

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Protirotace trupu při základních obloucích na snowboardu

Counterrotation of the trunk at basic turns on snowboard

Vedoucí práce:

Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Zpracoval:

Ivo Šimurda

Praha, 2008

Název: Protirotace trupu při základních obloucích na snowboardu.

Cíl práce: Hlavním cílem je zjistit základní koordinační odlišnost při provedení základních smýkaných oblouků na snowboardu prostřednictvím rotace a protirotace.

Metoda: EMG měření v kombinaci s plošnou kinematografickou analýzou pomocí synchronizovaného videozáznamu.

Výsledky: Při srovnání provedení oblouku na snowboardu, expertně označeného jako správné a chybné, byl prokázán fázický posun vykonané svalové práce u m. obliquus abdominis externus dexter a m. pectoralis major dexter, potvrzující názory o protichůdném působení této oblasti pohybové soustavy při zmíněných dvou typech oblouků.

Klíčová slova: svalové řetězce, elektromyografie, snowboarding, protirotace.

Title: Counterrotation of the trunk at basic turns on snowboard.

Aim of thesis: Aim of my thesis is with EMG measure activities of muscles in snowboards basic curves and evaluate obtained data.

Method: EMG measuring in company with cinematographical analysis with the aid of synchronised videorecord.

Results: In a confrontation of two kinds snowboards curves, experts called like true and false, we demonstrate periodical moving of muscles performance by m. obliquus abdominis externus dexter and m. pectoralis major dexter. It bears to our opinions about antagonistics working this part of movements system by mentioned types of curves.

Key words: muscles chains, electromyography, snowboarding, counterrotation.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl všechny literární prameny v práci použité.

V Praze dne 14. 4. 2008

.....
Gmurova

Podpis diplomanta

Rád bych touto cestou poděkoval:

Doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi, CSc., za odborné vedení, poskytnutí potřebných podkladů a uvedených ilustrací.

Svoluji k zapůjčení mé diplomové práce k účelům studijním. Prosím, aby byla uvedena přesná evidence vypůjčovatelů a upozorňuji je na to, že musí pramen údajů citovat.

Jméno a příjmení, adresa bydliště	Číslo OP	Datum výpůjčky	Poznámky

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Rešerše literatury.....	10
3. Cíle a úkoly práce.....	11
3.1 Úkoly práce.....	11
4. Hypotéza.....	12
5. Historie a vývoj snowboardingu jako sportovního odvětví.....	12
5.1 Historie snowboardingu ve světě.....	12
5.2 Historie snowboardingu v Čechách.....	13
5.3 Současná situace.....	13
6. Technika jízdy na snowboardu.....	14
6.1 Podstata snowboardových oblouků.....	14
6.2 Oblouky na snowboardu.....	17
6.3 Základní smýkaný oblouk po přední (frontsidové) hraně.....	17
6.4 Základní smýkaný oblouk po zadní (backsidové) hraně.....	18
6.5 Výskyt protirotačí.....	19
7. Teoretická východiska.....	19
7.1 Řízení pohybu.....	19
7.2 Postura a atituda	21
7.3 Pohybové stereotypy.....	22
7.4 Řetězení činnosti svalů.....	28
7.5 Svalové smyčky a řetězce.....	28
7.6 Řízení činnosti svalových řetězců.....	30
7.7 Konkrétní příklad řetězce.....	30
7.8 Elektromyografie.....	31
8. Metodologie.....	32
8.1 Charakteristika výzkumu.....	32
8.2 Charakteristika sledovaného probanda.....	32

8.3 Metodologická poznámka.....	32
8.4 Popis místa měření.....	33
8.5 Popis techniky měření a použitých přístrojů.....	34
8.6 Design výzkumu.....	35
8.7 Sledované proměnné	36
8.8 Způsoby vyhodnocení dat.....	40
9. Výsledková část.....	42
9.1 Dvojoblouk s rotací - správné provedení.....	43
9.2 Dvojoblouk s protirotací -chybné provedení.....	46
9.3 Plochy pod křivkami	49
10. Diskuse.....	50
11. Závěr.....	53
12. Seznam použitých zkratk.....	56
13. Seznam použité literatury.....	57

1. Úvod

Ve 20. století a zvláště pak v jeho druhé polovině se sport stal nedílnou součástí lidského života. Jedním ze sportů, pro který toto nejenom platí, ale který přímo na začátku druhé půle 20. století vznikl, je snowboarding.

Tento sport je nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím zimních sportů vůbec. Rychlost, s jakou snowboardisté zaplavili svahy všech světadílů, je zážející. Vzhledem k tomu, že je to sport velmi mladý, nemá ještě kompletní vědecké zázemí co se týče literatury apod.

Při výuce snowboardingu (které se věnuji již 6 let) jsem se velmi často setkával a setkávám s jednou závažnou chybou. Je to protirotace trupu při vedení oblouků na snowboardu. Pokud si tuto chybu začátečník osvojí a zafixuje, nejen se jí s velkými obtížemi zbavuje, ale dále negativně ovlivňuje jeho další snowboardový rozvoj (například freestyle snowboarding...). Této chybě je ve všech odborných publikacích přiznávána značná závažnost, ale nikdo se jí nevěnuje podrobněji, čemuž se chci věnovat ve své diplomové práci.

Snowboarding láká v poslední době obrovskou spoustu lidí, a to nejenom později narozené, ale také starší jedince. Výjimkou nejsou osoby starší 50 let.

„Výhodou“ (podle mě je velmi sporné, zda je to opravdu výhoda) je to, že lidé, kteří již mají zkušenosti ze sjezdového lyžování či z podobných sportů jako surfing nebo skateboarding, jsou schopni se naučit sami „základům“ snowboardingu velice rychle-zhruba během tří dnů dokážou sjet svah bez pádu. Právě tato skupina (samouků) je nejvíce zasažena zmiňovanou chybou - protirotací. Této chyby se však obtížně vyvarují všichni začínající jezdci, třeba i pod odborným vedením.

Již z názvu této chyby - protirotace trupu - vyplývá, že jde o rotaci hlavy a ramen proti směru pohybu snowboardu a dolních končetin v oblouku, čímž se velmi ztíží či takřka znemožní plynulý průjezd oblouku po hraně. Protirotace dále velmi brzdí další snowboardistův rozvoj, ať už se chce věnovat alpine, freestyle či freeride snowboardingu (jízda ve volné přírodě).

Cílem mé práce je objasnit, do jaké míry ji tvoří či se na ní podílí sledované proměnné. Tyto poznatky se mohou uplatnit v didaktickém procesu výuky snowboardingu u začátečníků i pokročilých, čímž se značně urychlí tento proces, a umožní snáze dosáhnout dalšího pokroku

ve snowboardingu. Dále mohou být mimo jiné použity pro obohacení literatury zabývající se touto problematikou.

2. Rešerše literatury

Literární díla týkající se tématu této diplomové práce lze rozdělit do následujících skupin: publikace o snowboardingu, o elektromyografii, anatomicko-medicínská literatura a diplomové práce s podobnou tematikou.

Do první patří knihy či další publikace s vyloženě snowboardovou tematikou. Nejznámější, a pro instruktory snowboardingu stěžejní publikací v tomto oboru, je u nás výsledek dlouhodobé praxe Bintera (Binter, 1999). Další informace k oboru lze najít v Kapitolách lyžování (Gnad, 1998). Ze zahraniční literatury poskytují přínosné informace knihy Snowboarding-know how (Weiss 1992) a Snowboarding (Gibbins 1996). V našich zemích se ještě snowboardingu věnují pravidelně vycházející časopisy: měsíčník Free magazine a trojměsíčník Board.

Do další patří literatura anatomicko-medicínská. Diplomová práce Vackové (Vacková, 2004) je zaměřena na fylogenetický vývoj lokomoce obratlovců ve spojení i se sportovní lokomocí člověka. Vývojovou kineziologii rozpracovává Václav Vojta (Vojta, 1984), dále publikuje podrobnou analýzu obsahu uměle vyvolatelných globálních pohybových vzorů (Vojta, 1995). Jeho práci v současnosti rozvíjí Kolář. Kračmar (Kračmar, 2002) aplikuje poznatky vývojové kineziologie do oblasti sportu. Kineziologii jako nauce o uskutečňování pohybu člověka se kromě Véleho (Véle 2006) zabývá i Dylevský (Dylevský, 1994). Biomechaniku reprezentují knihy Karase a Otáhal (Karas, Otáhal, 1972) a dále Sušanky (Karas, Otáhal, Sušanka, 1990). Funkční anatomii člověka se podrobně Čihák (Čihák, 2001) a v cizojazyčně zpracované anatomii Travell a Simon (Travell, 1999).

Poslední skupinu tvoří literatura o elektromyografii. Obecné informace o této vyšetřovací metodě přináší Keller (Keller, 1999) ale také již zmiňovaná Karasova Biomechanika (Karas, Otáhal, Sušanka, 1990). Praktické informace jsou také v knize Kadaňkova kolektivu (Kadaňka, Bednařík, Vohánka, 1994). De Luca se zabývá aplikací EMG v biomechanice (De Luca, 1993). Rodová se svým kolektivem pak objasňuje ve svých pracích současné možnosti využití povrchové elektromyografie a vztah mezi naměřeným EMG signálem a svalovou silou (Rodová, Mayer, Janura, 2001).

Podobnou tematikou, kineziologickým rozbořem jízdy na lyžích se ve své diplomové práci zabývala Sedliská (Sedliská, 2007), kde zjistila, že karvingový oblouk je především záležitostí postoje – postury a nikoliv lokomoce. Tento výsledek koreluje i o přesvědčení o snowboardovém oblouku. EMG sledováním svalů ale při jízdě na kajaku se také ve své diplomové práci zabýval Houška (Houška, 2007).

3. Cíle a úkoly práce

Cílem mé diplomové práce je porovnání posturálního zapojení vybraných svalů v průběhu správného a chybného (viz kap. 6.1) provedení snowboardových oblouků. Jedná se o kineziologické rozbor práce prohybové soustavy snowboardisty při základních smýkaných obloucích.

Hlavním cílem je zjistit základní koordinační odlišnost při provedení základních smýkaných oblouků na snowboardu prostřednictvím rotace a protirotace.

3. 1. Úkoly práce:

1. Shromáždit teoretické informace týkající se jízdy na snowboardu a s ní spojené svalové činnosti.
2. Vybrat vhodného probanda pro provedení měření.
3. Vybrat svaly, jejichž aktivitu budeme analyzovat.
4. Vybrat druh oblouku, který je nejvhodnější pro posuzování sledované problematiky.
5. Změřit aktivitu vybraných svalů v terénu
6. Pomocí grafického záznamu EMG sledovat a hodnotit aktivitu vybraných svalů v oblasti trupu při jízdě na snowboardu (během obou zmiňovaných provedení).

7. Kineziologicky charakterizovat svalové koordinace během obou sledovaných způsobů projetí oblouků a tyto rozborů intraindividuálně porovnat.

4. Hypotéza

Při srovnání rotačního a protirotačního provedení (viz kap. 6.1) bude vykonaná práce sledovaných svalů fázicky posunuta, rozdíl bude obzvláště patrný u šikmých břišních svalů, neboť rotace osy procházející ramenními klouby spadá do jejich funkční oblasti.

5. Historie a vývoj snowboardingu jako sportovního odvětví

5.1 Historie snowboardingu ve světě

„Snowboarding je sportem velmi mladým, jeho počátky se datují do 60. let 20. století. V této době skateboardisté a surfaři ve Spojených státech hledali nějakou náhradu jejich sportů a zpestření tréninku v době, kdy mráz a sníh nenabízely příliš přijatelné podmínky pro pěstování jejich koníčků“ (Weiss, 1999).

V roce 1963 zkonstruoval Tom Sims, mistr světa ve skateboardingu, sněžné prkno: Za dva roky Sherman Poppen z Michiganu spojením dvou lyží stvořil takzvaný snurfer. Byly to spíše kuriozity, Jezdilo se na nich bez vázání v bočním postoji, prkna měla na špičce přidělaný provázek, kterého se jezdec držel. V druhé půlce 60.let se se snurferem setkal také mladý Jake Carpentier Burton, úspěšný závodník jak na surfu, tak na lyžích. Ten posléze začal vyvíjet prkna vlastní konstrukce, ale hlavně se začal zabývat vývojem vázání, neboť bez něj trval požitek z jízdy na sněžném prknu jen krátce. Začali se také objevovat první skoky na sněhových můstcích. Během dalších let se objevovalo více pokusů o sériovou výrobu sněžných prken, ale většina těchto prvotních pokusů skončila krachem. Do dnešních dní přežily vlastně jen dvě značky, a to Sims a Burton. Snowboardisté nebyli zpočátku přijímáni svými lyžařskými kolegy, ale od počátku 80. let uplynulo hodně času a dnes jsou snowboardisté a lyžaři na všech světových svazích rovnocennými partnery.

Definitivním uznáním snowboardingu jako oficiálního sportu byla premiéra na Olympijských hrách v Naganu v r.1996.

5.2 Historie snowboardingu v Čechách

Čechy byly v době počátečního rozvoje schované za železnou oponou zabraňující průniku snowboardingu do naší země. Nicméně i tak se u nás začala objevovat sněžná prkna. Poprvé v sezoně 1979/80 a byla samozřejmě vyráběna svépomocí.

„Mezi průkopníky snowboardingu u nás patřili L. Váša, V. Rys, I. Pelikán a další. Hlavní snowboardovou lokalitou se stal Pernink v Krušných horách, kde se také konaly první snowboardové závody“ (Binter, 2006). V roce 1990 vznikla Asociace českého snowboardingu-AČS, která se stará o český snowboarding společně s Úsekem snowboardingu Svazu lyžařů České republiky - SLČR.

5.3 Současná situace

V současné době existují tři hlavní závodní odvětví snowboardingu, a to alpine disciplíny, freestyle a boardercross. Všechna mají zastoupení na olympiádě, proto se nedá objektivně tvrdit, které z nich je více na výsluní.

Alpine se jezdí na tvrdém – alpine - prkně v tvrdých botách (podobných lyžařským přezkáčům). Prkno je opatřeno deskovým vázáním. Závodí se v točivých a sjezdových disciplínách podobně jako na lyžích.

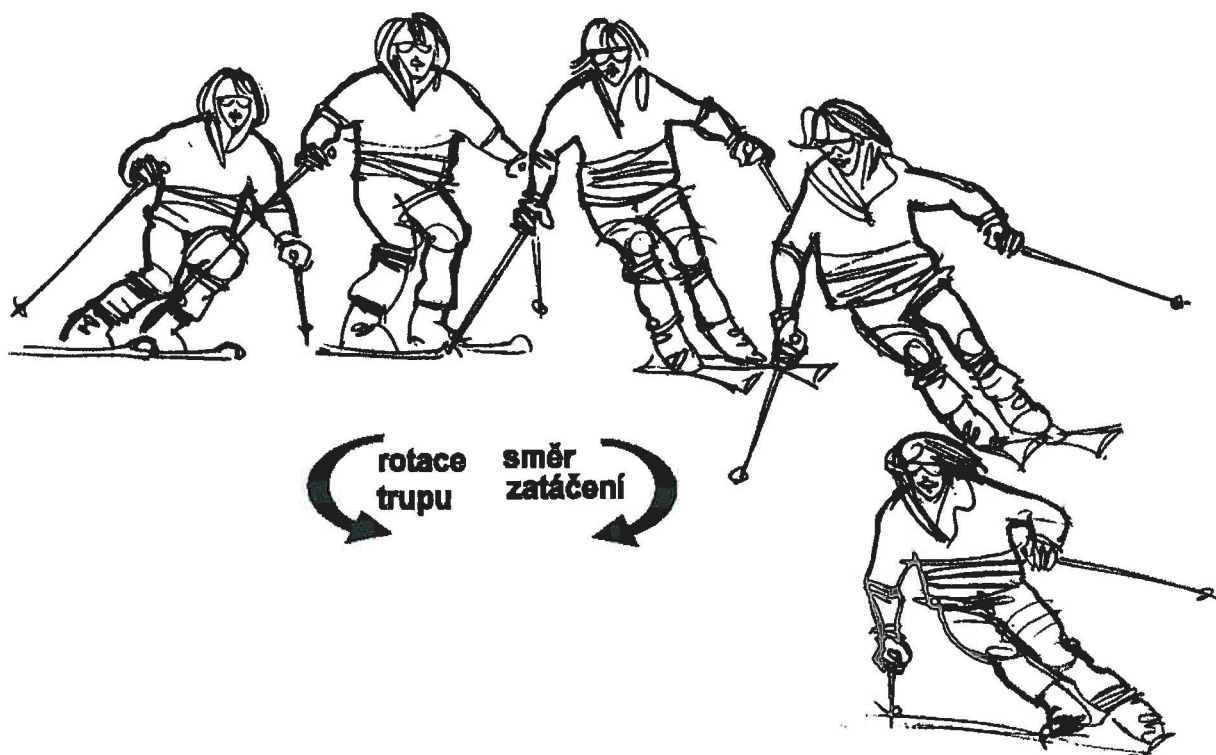
Freestyle závody zahrnují U-rampu, skoky, jibbing (jízda po zábradlích a dalších k tomu upravených překážkách) a slopestyle - různé kombinace všech předchozích zmíněných disciplín. Pokud srovnáme počet závodníků zúčastňujících se v Čechách pravidelně alpine a freestyle závodů, pak druhý několikanásobně převyšuje první.

Boardercross je kombinací obou zmíněných odvětví. Závodníci musí v co nejrychlejším čase projet trať plnou skoků, boulí a klopených zatáček. „Počet závodníků pravidelně se zúčastňujících crossových závodů je zhruba obdobný jako u freestyleových závodů“ (Binter, 2006).

6. Technika jízdy na snowboardu

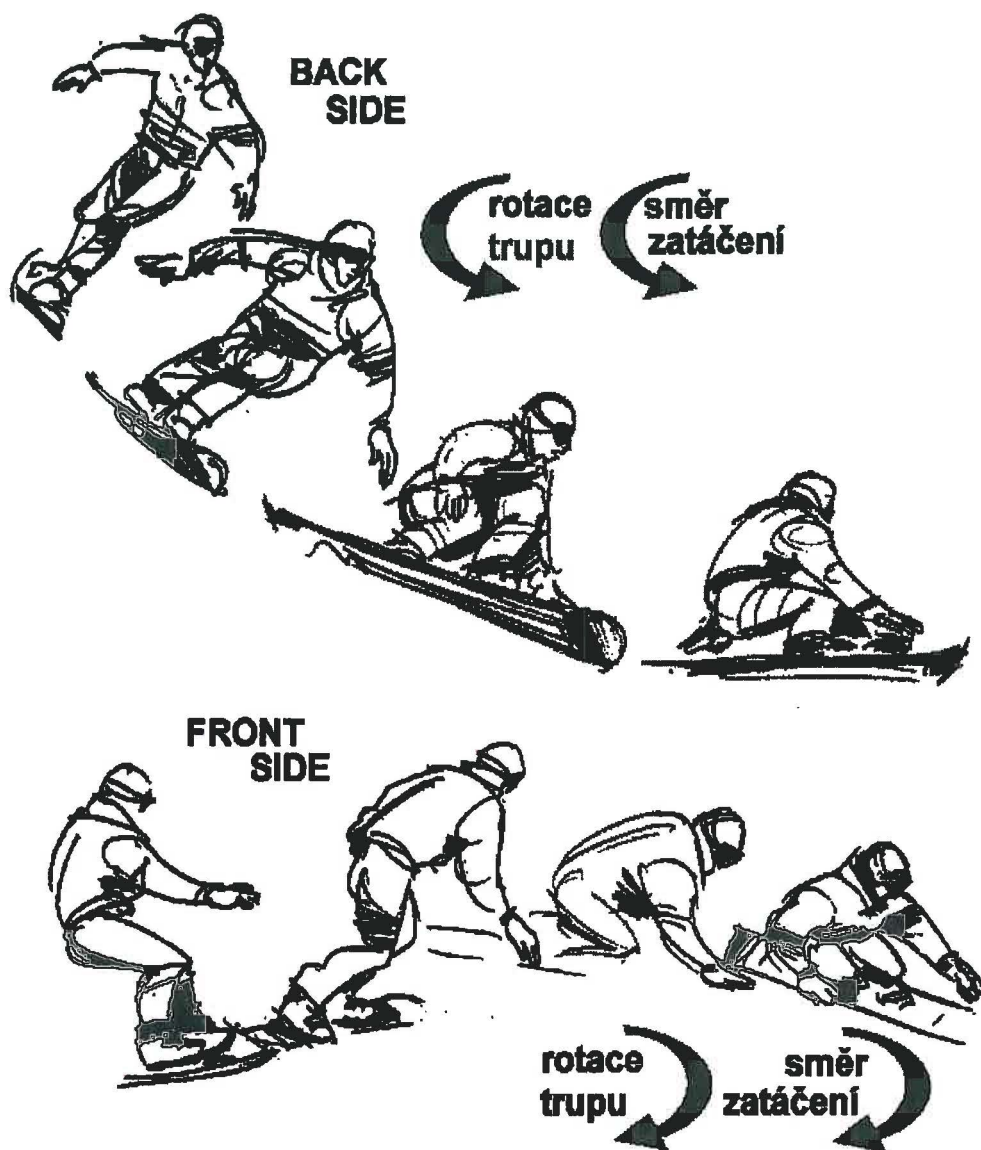
6.1 Podstata snowboardových oblouků

Snowboarding ve své podstatě vychází ze dvou navzájem zcela odlišných sportů: surfingu a lyžování. Velmi jednoduše řečeno, pochází tedy z kombinace bočního postoje (surfing, skateboarding) s čelným postavením při jízdě na lyžích (jízdy po hranách) viz obrázek 1. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma sporty spočívá v tom, že při projíždění oblouku na lyžích se svalstvo horní poloviny těla téměř nezapojuje. Rozhodně se aktivně nepodílí na tvorbě oblouku.



Obr. č. 1: Carvingový oblouk na lyžích (tato a následující kreslené ilustrace poskytnuty od vedoucího diplomové práce, dále již neuváděno)

Naproti tomu při zatáčení na surfu a také na snowboardu je rotační aktivita svalstva trupu nejdůležitější složkou pohybu. Toto vychází z již zmíněného bočního postoje.

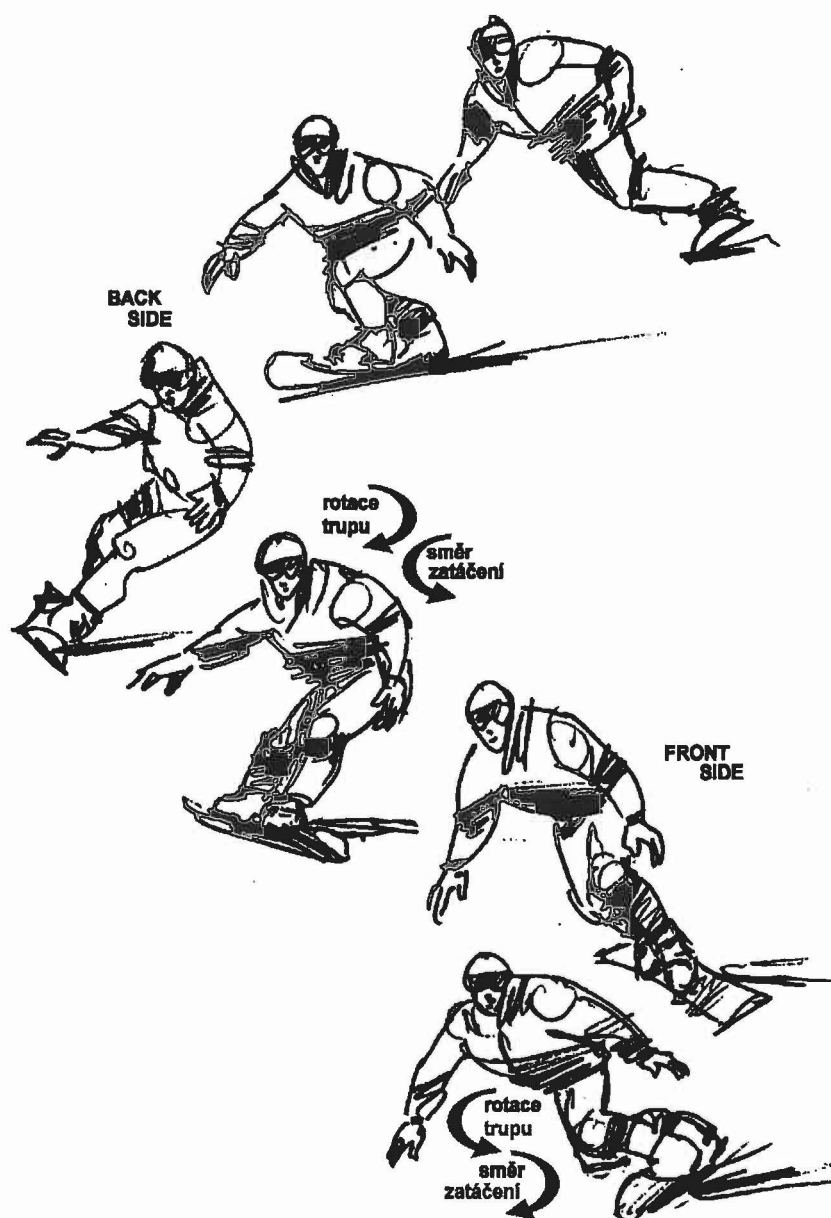


Obr. č. 2: Správné provedení snowboardových oblouků

Při vedení základního smýkaného oblouku, nejdříve při správném provedení, viz obrázek 2 a poté s protirotací, viz obrázek 3 by hlavní rozdíl měl spočívat v nestejně a fázově posunutě míře zapojení jednotlivých svalů předního zkříženého svalového řetězce, jehož hlavní funkcí je rotace trupu. Z výše uvedeného zjevně vyplývá, že svaly jsou aktivněji zapojované při oblouku správně provedeném než při špatném provedení. V prvním případě ramena po celou dobu projíždění oblouku určují směr otáčení. Jinými slovy podélná osa snowboardu se v průběhu oblouku snaží přibližovat poloze osy procházející rameny. Tedy po celou dobu oblouku, nebo alespoň při jeho zahájení, by měl být aktivně zapojen celý přední a zkřížený svalový řetězec (nebo alespoň jeho části).

V druhém případě předbíhá osa snowboardu osu ramenní. To je podle mě zapříčiněno převážně tím, že člověk má zažitou posturu a atitudu z lyžování. Jde o hybný stereotyp,

během kterého lyžař stojí čelem ve směru pohybu a rotační impuls vychází z dolních končetin - naopak než je tomu u snowboardu. Toto ovlivňuje jezdce na snowboardu natolik, že například při obloucích po přední hraně nedokáží ramena rotovat ke svahu a dívat se do svahu, ale nutí je to natáčet ramena ve protisměru a sledovat sjezdovku pod sebou. Tedy konkrétněji v oblasti muskulatury jde zřejmě o to, že při protirotaci nejsou dostatečně aktivní svaly příslušného předního a zadního zkříženého svalového řetězce (např. u snowboardisty, který jezdí levou nohou dopředu, jde o svalový řetězec začínající na pravém humeru a končící na levém laterálním epikondylu femuru a jemu odpovídající kontralaterální řetězec na zádové straně).

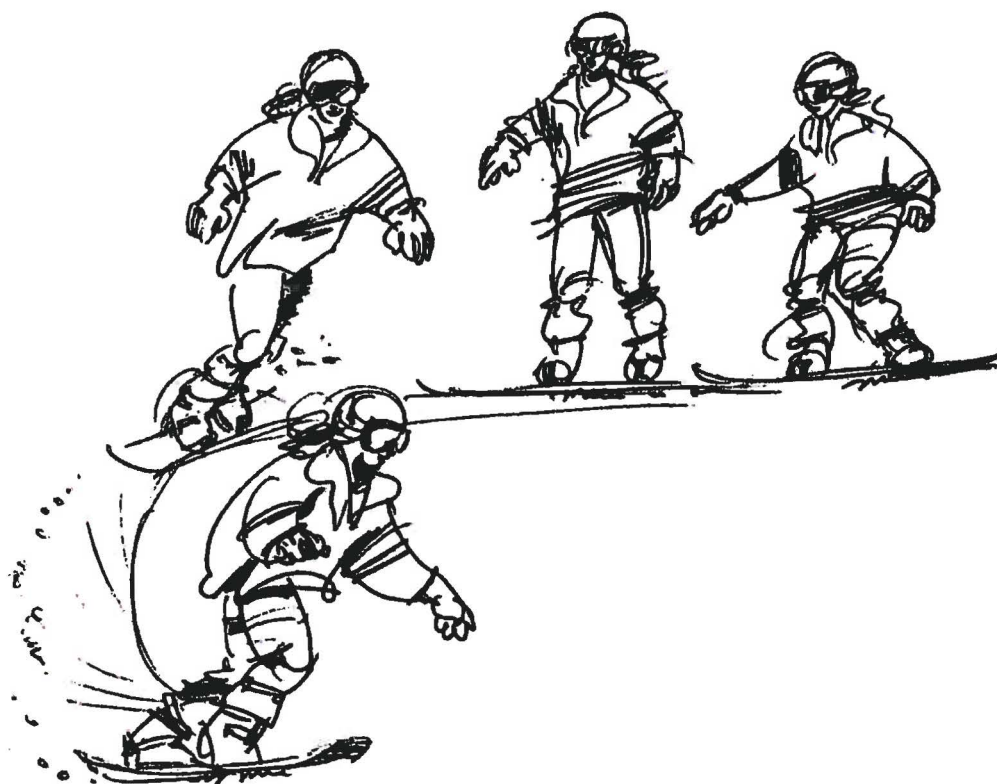


Obr. č. 3: Chybné provedení- protirotace při obloucích na snowboardu

6.2 Oblouky na snowboardu

Vzhledem k tomu, že máme při jízdě boční postavení, můžeme projíždět oblouky jen po jedné hraně (na rozdíl od lyžařů), a to po té, která je blíže špičkám nohou - frontsidové, nebo po té u pat, kterou nazýváme backsidovou. Oblouky dělíme podle různých časoprostorových charakteristik na smýkané a vykrojené. „U smýkaných oblouků začne snowboard zatáčet díky rotačnímu impulsu ramen a trupu. Snowboard máme nejdříve na ploše skluznice a potom jej postupně překlápíme na hranu. U vykrojených oblouků nejdříve provedeme překlopení snowboardu na hranu a ten díky bočnímu vykrojení začne sám zatáčet“ (Gnad, 2002). Měření bude prováděno při základních smýkaných obloucích. S těmito oblouky každý snowboardista začíná, protože jsou, jako nejjednodušší, prvními oblouky v didaktické řadě snowboardové výuky.

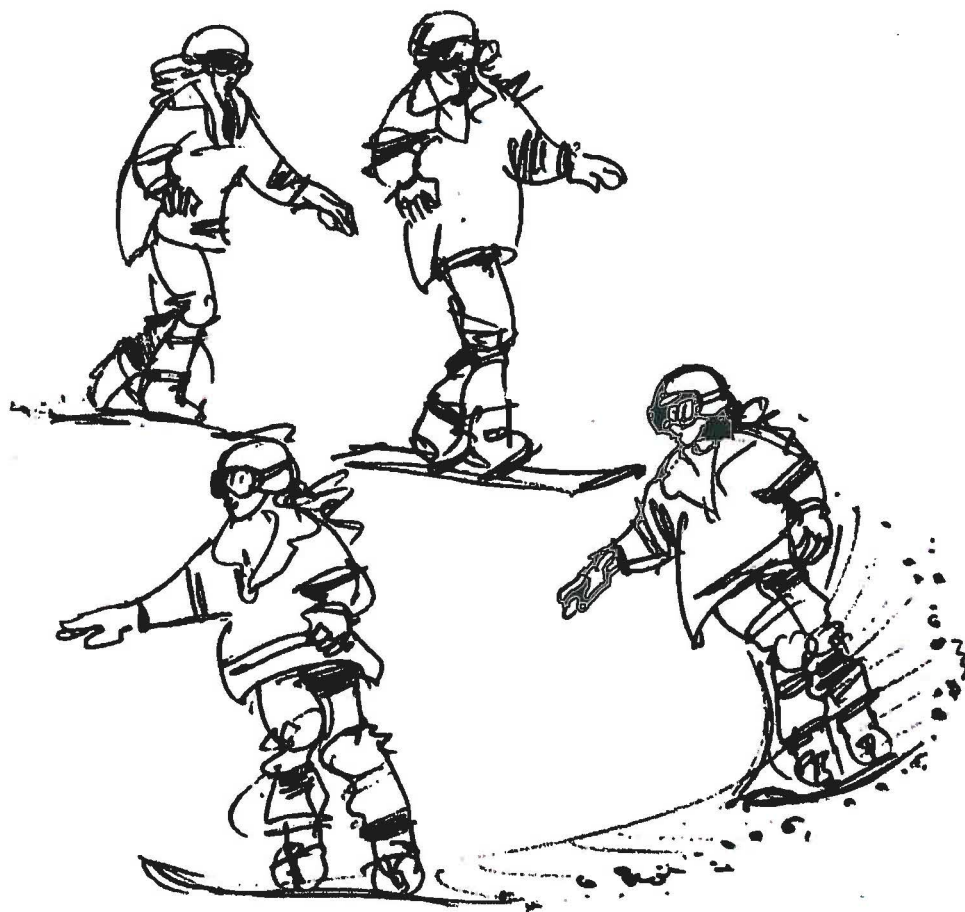
6.3 Základní smýkaný oblouk po přední (frontsidové) hraně



Obr. č. 4: Základní smýkaný frontsidový oblouk

„Začíná z jízdy v základním postoji na zadní hraně - čelem z kopce s váhou rovnoměrně rozloženou na obě nohy. Poté se přesune zhruba 80% váhy na přední nohu, špička prkna se začne stáčet ke spádnici. Zároveň klesá tlak na zadní hranu a prkno je smýkáno spíše po ploše. V okamžiku, kdy je snowboard na spádnici, dochází k přechodu ze zadní na přední hranu a stále se zvětšujícím tlaku na ni. V této fázi je bezpodmínečně nutné zapojit pohyb trupu, hlava, ramena a trup rotují dovnitř oblouku. Následuje je pánev a dolní končetiny, tudíž i prkno. Během všech fází musí zůstat 80% váhy na přední noze, jinak hrozí špatné provedení či dokonce znemožnění projetí oblouku“ (Gibbins, 1996).

6.4 Základní smýkaný oblouk po zadní (backsidové) hraně



Obr. č. 5: Základní smýkaný backsidový oblouk

„Začíná ze základního postoje na přední hraně - zády z kopce s váhou rovnoměrně rozloženou na obě nohy. Poté se přesune 80% váhy na přední nohu, špička prkna se začne stáčet ke spádnici. Zároveň klesá zvýrazněný tlak na přední hranu a prkno je smýkáno spíše

po ploše. V okamžiku, kdy je snowboard na spádnicí, dochází k přechodu na zadní hranu a stále se zvětšujícímu tlaku na ni. Opět je důležité, aby se v této části oblouku zapojila výrazně rotace trupu určující směr otáčení. Oblouk končí v postavení, které bylo u oblouku po přední hraně popsáno jako počáteční“ (Gibbins, 1996).

6.5 Výskyt protirotací

Výše popsaná chyba protirotace se týká převážně první části, tedy oblouku po přední hraně. Nicméně měření bude prováděno u obou provedení (frontsidovém i backsidovém). Tak bude možno objektivně a komplexně posoudit specifické zatížení svalů během jednotlivých oblouků ve správném i špatném provedení. Protože proband jezdí na snowboardu pravou nohou vpředu, umístili jsme diody na přední stranu zkříženého dlouhého řetězce trupu, konkrétněji na jeho část vedoucí od m. pectoralis major dexter až k m. tensor fasciae latae sinister, tak jak jej popisuje Véle (Véle, 2006). K tomuto rozhodnutí vedla skutečnost, že zmíněná chyba je vlastně nedostatečnou rotací horní poloviny těla dovnitř oblouku, v případě snowboardisty stojícího pravou nohou vpředu jde tedy o rotaci doleva a tento pohyb zřejmě spadá do funkční oblasti tohoto svalového řetězce.

7. Teoretická východiska

7.1 Řízení pohybu

„Za řízení hybného systému zodpovídají dva základní okruhy – vertikální a horizontální“ (Janda, 1966). O tom prvním říká Janda, že na zpětnovazebném principu jsou prostřednictvím předních míšních rohů jejich aferentní složkou propojeny ve vertikálním směru čtyři hladiny řídicích systémů.

„První tvoří mícha a vestibulum – okruh spinovestibulární a vestibulospinální. Nacházíme zde multisenzorickou integraci aference, která probíhá v rámci posturálních funkcí (propriocepce, interocepce, exterocepce). Tento aferentní komplex participuje na celém

lokomočním vzoru“ (Kolář, 1996). „Propriocepcí je zajištěno vnímání polohy a pohybu těla v prostoru. Většina tohoto vnímání je nevědomá a je využívána reakce reflexní povahy bez volní kontroly“ (Kračmar, 2002). Vestibulární aparát zajišťuje polohu trupu v prostoru. Nastavuje dráždivost svalových vřetének a tím základní svalový tonus.

„Druhou z úrovní představuje cerebellum. Je rozhodující složkou držení osového orgánu. Zde se formují bazální dynamické stereotypy. Je tu vytvářen jakýsi „pohybový prefabrikát“. Bez funkce mozečku není možný koordinovaný pohyb“ (Kračmar, 2002).

„Třetí etáž tvoří podkorová centra – bazální ganglia. Tato podkorová jádra jsou schopna vytvářet již jednoduché programy nastavující svalový tonus, ovlivňující posturální funkci, vybírají potřebné pohybové vzory uložené v mozkové kůře, které se po jejich výběru odesílají do motorických areí v mozkové kůře a odtud descendními motorickými drahami do míchy, kde aktivují příslušné svaly“ (Véle, 2005)

„Nejvyšší úrovní je kortex – šedá kůra mozková. Nacházíme zde spojení k motorickým centrům ve frontálním laloku (rhinencephalon). Zde je lokalizovaný komplex šedé hmoty tvořící limbický systém. Ten je v oblasti podkoří spojen především s hypotalamem. Limbický systém, označovaný také jako „emoční mozek“, činí rozhodnutí o provedení pohybu. Dále ovlivňuje z funkčního hlediska celkový svalový tonus, reguluje práh pro vnímání bolesti a řídí emoční nastavení. Ovlivňuje schopnost vyrovnat se s bolestí a s vlivy okolí (pocit spokojenosti nebo nespokojenosti). Je alergizován prostřednictvím stresových reakcí a zajišťuje proces adaptace na stres. Je tedy důležitým producentem motivace pohybu, která rozhodujícím způsobem ovlivňuje výslednou kvalitu prováděného pohybu“ (Véle, 1997).

„Na jednotlivých etážích se nacházejí horizontální regulační okruhy. Ty jsou zodpovědné za koordinaci a jemné řízení pohybu. Zde tušíme centrální lokalizaci jemného ladění sportovní techniky při mnohonásobném opakování při fixaci pohybového stereotypu v průběhu tréninkového procesu“ (Kračmar, 2002).

„Na optimální úrovni nastavení těchto okruhů je závislý konečný produkt, kterým je jak kvantitativní úroveň pohybu, tak i jeho koordinační složka“ (Kračmar, 2002).

7.2 Postura a atituda

Pro zajištění polohy, říká Véle (Véle, 2005), jsou vytvářeny základní vzory, které se nazývají patterns. Ty se skládají z jednotlivých programů pro zajištění polohy a pohybu.

Při zaujetí polohy těla a jeho segmentů v klidu hovoříme o postuře. Z fyzikálního hlediska se jedná o klidový stav, z hlediska fyziologického jde však o dynamický proces, kladoucí nemalé nároky na řídicí mechanismy. Udržování polohy je proces aktivní, dynamický, zpětnovazební. Véle (Véle, 1995) uvádí, že do procesu udržování postury jsou zapojeny posturální svaly, dále tvrdí, že posturální motorika udržuje nastavenou polohu jednotlivých segmentů těla neustálým vyvažováním zaujaté polohy (balancováním kolem střední polohy), kterým se zajišťuje pohotovost k rychlému přechodu z klidu do pohybu a naopak. „Pohotovost k akci posturální motoriky chrání tělo před poškozením“ (Véle, 2006). Kolář se tuto problematiku snaží řešit z pohledu vývojové kineziologie a popisuje udržování polohy u motoricky vyvrážděného jedince jako koordinované působení svalů tonických i fázických. Aktivní posturální systém popisuje Janda (Janda, Poláková, Véle, 1966). Nachází v jeho jednotlivých částech pravidelná funkční spojení vytvářející pro každou polohu ustálený obrazec. Vychází z klinického obrazu a popisuje posturálním programem řízené a vzájemně propojené svalové skupiny vytvářející navazující svalové řetězce. O svalových smyčkách se v podobné souvislosti při klinickém vyšetření zmiňuje Kolář (Kolář, 2001) při lokalizaci takzvaných spouštěvých bodů. Každý řídicí posturální program je nastaven určitou výchozí polohou (fyziologickou či patologickou). Tento vstupní signál aktivuje odezvu v celé pohybové soustavě a je daným posturálním programem diferencován. Konstantní celková reakce je výsledkem centrálně řízeného programu, projevujícího se v souhře svalových řetězců a vedoucího k udržení postury.

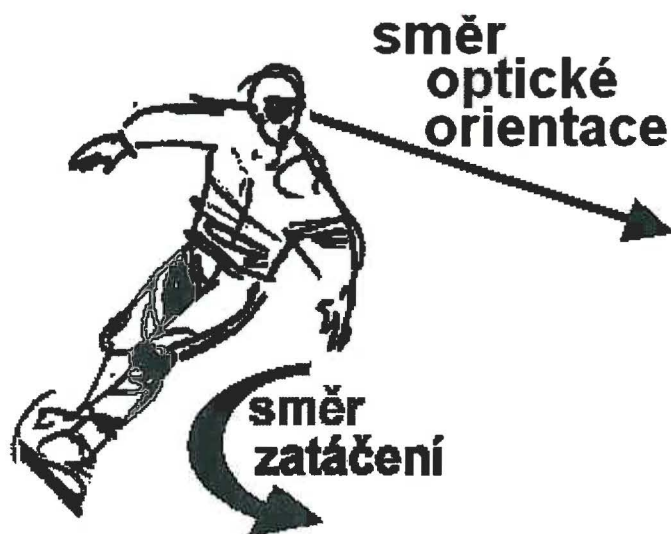
„Postura předchází pohyb. Je to však poloha neorientovaná“ (Véle, 2005). Vojta (Vojta, 1995) uvádí v motorické ontogenezi senzoryckou orientaci jako nejdůležitější motivaci k provedení pohybu. Při motivaci a následné tvorbě pohybového záměru se postura mění v takzvanou atitudu.

„Atituda se již vyznačuje orientací, připraveností ke konkrétnímu pohybu“ (Vojta, Peters, 1995). „Atituda je výsledkem aktivního držení, postury spojené s anticipací pohybu“ (Kračmar, 2002).

„Při pozorování se zevně atituda od postury nemusí téměř lišit. Uvnitř systému však vzniká nová kvalita, činnost hlubokých paravertebrálních (autochtonních) svalů má vlastní organizaci a předchází pohybu. Jak bylo prokázáno Jiroutovými rtg-studiemi, aktivují se tyto

svaly již při pouhé představě pohybu, takže se hodí k přednastavení dráždivosti u atitudy předcházející očekávaný pohyb. Mají vliv na výchozí držení osového orgánu. Počet proprioreceptivních receptorů v těchto svaích je vysoký zejména v cervikální oblasti a tím lze vysvětlit i jejich vysokou citlivost na změnu postavení obratlů. Jejich funkce je sice segmentově omezena, ale jednotlivé segmenty spolupracují. Podobnou funkci jako krátké svaly na páteři mají i krátké periartikulární svaly kolem ramenního a kyčelního kloubu, které nastavují výchozí postavení těchto kloubů a mají tím vliv i na držení těla. Dlouhé a silné břiškové svaly naproti tomu dodávají pohybu hlavní podíl energie a působí jako záběrové svaly a integrují funkce pohybové soustavy do jednotného celku“ (Véle, 2006).

Pro analýzu sportovního pohybu proto musíme začít vždy analýzou posturálních funkcí. Jinými slovy řečeno je nejdůležitějším momentem sportovní lokomoce nastavení základní polohy – atitudy.



Obr. č. 6: Optická orientace ovlivňující orientovanou posturu (atitudu) před zahájením oblouku na snowboardu.

„Řízení posturálních funkcí probíhá na subkortikální úrovni. Snaha o verbální korekci proto končí neúspěchem. Tato slovní instrukce je potlačena novým obsahem vědomí a řízení postury

přejímá opět původní posturální program, pracující v oblasti podvědomí“ (Véle, 1995). „Korekce postury je možná reflexí cestou, nastartováním geneticky kódovaného optimálního lokomočního vzoru například Vojtovou či Kabatovou metodou“ (Houška, 2007).

7.3 Pohybové stereotypy

„Hybné (motorické) stereotypy, programy volní motoriky, navazují na posturální funkce řízené v podvědomí“ (Kračmar 2002).

Oblast hybných stereotypů (jejich tvorba, stabilita a změna) byla podrobně zpracována Jandou a kolektivem (Janda, Poláková, Véle 1966). Zabýváme-li se pohybem lidského těla, vyvstává otázka, jak je lidský pohyb způsobován a udržován. Odlišnost

lidského pohybového systému při srovnávání s dalšími živočichy spočívá především v jeho malé autonomii v rámci fungování organismu. Můžeme říci (Véle 2006), že ačkoliv je pohyb výrazně zajišťován ze segmentální úrovně, jeho charakter je pod kontrolou nadsegmentálních oblastí nervové soustavy s výrazným podílem kortexu. Právě tato volní stránka dokáže často překrýt autoregulační, adaptační nebo obranné mechanismy pohybové soustavy.

Funkce svalstva, jak uvádí Vacková ve své diplomové práci (Vacková 2004) bývá chápána jako souhrn výsledků silového působení jednotlivých svalů, svalových skupin. Analytický přístup k funkcím jednotlivých svalových skupin má základ hlavně v deskriptivním přístupu anatomů. Zjednodušeně řečeno, tento biomechanický přístup se věnuje analyticky jednotlivým svalům a skupinám z hlediska jejich mechanické funkce a určuje je dle síly a směru jejich působení. Takováto mechanicky odvozovaná funkce svalů a svalových skupin má objasňovat dílčí pohybové vzorce lidské motoriky. „Běžný popis činnosti svalů při sportu a tělesné výchově odpovídá popisu práce na principu reciproční inervace, kdy facilitovaný (resp.inhibovaný) sval inhibuje (resp. facilituje) svého odpovídajícího antagonistu a antagonistu takto ovlivňuje zpětně agonistu. Toto vysvětlení funkčně odpovídá spinálnímu řízení (tj. na úrovni segmentu). Naráží však na obtíže v případě, že při pohybu zjišťujeme zapojení svalů, které s pohybem zdánlivě nesouvisí. Zároveň známe pohyby, při kterých svaly, vzájemně označované jako antagonistické, pracují v synergické časoprostorové charakteristice, označované jako koaktivace“ (Kolář 1996). Zapojení relativně značně vzdálených svalů je možné vidět při tzv.globálních pohybových vzorech, ať už přirozených nebo umělých, při nichž Vojta (Vojta 1993) říká, že dochází k aktivaci celého příčné pruhovaného svalstva. Janda (Janda 1984) dokazuje EMG prokazatelnou aktivitu ve všech svalech lidského těla a nejen u těch, které se primárně podílejí na vykonávaném pohybu. Jednotlivé svaly jsou zapojovány po skupinách, takzvaných řetězcích (Kolář 1998, 1999) dle intenzity vykonávané práce a podle aktuálního posturálního nastavení. Čím větší síla a intenzita prováděného pohybu, tím větší aktivace svalových skupin, které mají na starosti oporu a fixaci během něj. Takto vytvořená posloupnost vztahů jednotlivých svalových skupin se opakováním upevňuje a fixuje se v dynamických hybných stereotypech.

V rámci tohoto pohledu můžeme svalové skupiny, které se podílejí na daném pohybu, závazně brát jako funkční celek, během něhož nemusí aktivace svalu korespondovat se svojí anatomicky popsanou funkcí. Sval je možné během pohybu aktivovat, i když (bereme-li v úvahu anatomické a biomechanické funkce) nemá přímý vztah k odpovídajícímu segmentu.

Při popisování kooperace a návaznosti aktivit jednotlivých svalů během provádění daného pohybu se dostáváme k určování hybných stereotypů.

Lidská pohybová výbava , pomocí které řešíme každodenní situace, je tvořena jednotlivými jednoduššími či složitějšími pohybovými stereotypy. U každého jedince se jedná o zásobu v danou chvíli konečného počtu pohybových stereotypů, tyto jsou spojovány a zřetězovány podle aktuálních požadavků. Na značné snížení množství a výběru pohybových stereotypů díky rozsáhlému komplexu civilizačních faktorů upozorňuje Véle (Véle 1995). Janda považuje za pohybové vzorce člověka v těch nejhrubších rysech dokonce jen chůzi po tvrdém terénu, stoj a sed.

Janda (Janda 1984) disponuje s termínem dynamický hybný stereotyp, za dynamiku považuje vývoj stereotypů v čase, učení, vyhasínání. „Jde o soustavu podmíněných a nepodmíněných reflexů, která vzniká při stereotypně se opakujících podnětech, její části jsou dané pevně jen po určitý časový úsek a po určité době se obměňují. Tento vnější podnětový stereotyp vede ke vzniku vnitřního stereotypu nervových dějů v mozkové kůře...vzniká dynamický stereotyp korových dějů“ (Janda, 1984). Janda považuje hybný stereotyp za základní stavební jednotku hybnosti.

Dynamiku pohybových stereotypů můžeme obecně považovat za přizpůsobování pohybového systému na měnící se vnější i vnitřní podmínky včetně změn funkcí i složení svalových skupin.

Díky značné plasticitě kortexu můžeme již naučené stereotypy upravovat, doplňovat, řetězit, vyřazovat nebo vytvářet nové. Dochází tak ke spojování různých kombinací reflexních kontaktů (podmíněných i nepodmíněných). Tyto v rámci pohybových programů, reakcí a odpovědí reagují na změny stavu vnějšího i vnitřního prostředí.

Pohybové stereotypy, které jsou součástí pohybové paměti jedince, má pohybový systém tendence udržovat, posilovat a formovat je do nejvhodnějších a nejideálnějších pohybových odpovědí. Tyto odpovědi bývají často negativně zasaženy pozměněnými situacemi. Může jít buď o adaptaci na změnu vnitřního prostředí, včetně poskytnutí náhradního pohybového řešení či ochranného postavení segmentů za patologických podmínek, nebo o spontánní přizpůsobení se na velmi široké pole vnějších podmínek. Jakmile se začneme přebudovávat pohybové stereotypy věnovat cíleně, ocitáme se již v oblasti motorického učení.

Během tvorby nových hybných stereotypů jsou velmi značně zatížena kortikální motorická centra. Až teprve poté, co se daný pohyb několikanásobně a totožně opakuje, dochází k postupné fixaci a automatizaci funkčních spojů, tedy daného pohybu. Fixované stereotypy se dají snáze vyvolat, čímž jsou sníženy nároky psychického vypětí naprosto v

souladu s jednotlivými fázemi motorického učení a tím je umožněno pozornosti věnovat se jiným záležitostem.

Pro provádění vrcholového sportovního pohybu je naprosto nezbytné dosáhnout co nejvyššího stupně fixace hybného stereotypu, protože teprve poté je možné pohybové činnosti provádět zcela automaticky i za různě proměnlivých vnitřních i vnějších podmínek, což zcela přesně odpovídá IV. fázi motorického učení.

„Z hlediska sportovního tréninku zde spatřujeme dvě důležité kineziologické souvislosti:

1. Hybný stereotyp se vytváří opakovanou činností, která opakovaně vyvolává a tím posiluje identické propojení v motorických centrech na suprasegmentálních úrovních. S touto skutečností by měl korespondovat výběr tréninkových prostředků tak, aby po stránce techniky pohybu maximálně kopíroval techniku závodního provedení (abstrahujeme zde kompenzační a regenerační motoriku). Efektivní fixace hybných stereotypů se děje pouze pohybem, odpovídajícím požadavkům na konečnou a dokonalou techniku sportovního pohybu, tedy specifickými tréninkovými prostředky. Všechna náhradní řešení mají tím menší efekt, čím jsou obecnější. Dokonalá koordinace svalové souhry je obecně důležitější pro výkonnostní perspektivy než např. hrubý nárůst síly.

Všechny ostatní činnosti řeší izolovaně rozvoj jednotlivých schopností nebo jejich kombinací – silovou vytrvalost, rychlost atd. V souladu s vývojovou kineziologií je vhodné aplikovat poznatek o centrálním řízení a komplexnosti pohybové činnosti do tréninkové sportovní činnosti a posilovat maximálně koordinaci působení svalových skupin, to znamená posilování hybných stereotypů pohybem, odpovídajícím požadavkům na konečnou a dokonalou techniku. Např. nespecifické posilování dokáže zvýšit absolutně svalovou sílu, rozvíjí však i ty svalové skupiny, které na prováděný pohyb adaptovány být nemusely. Důležitější je však to, že nebyla posilována koordinace zapojení jednotlivých svalů a svalových skupin. Zcela se zde naše názory ztotožňují s tvrzením Vojty, Jandy, Koláře o centrálním řízení hybných procesů. Jedinou možnou cestou ke zlepšení kvality pohybu je udržení svalové balance, správného držení těla, optimálního zatížení kloubů.

Při každém jiném průběhu pohybu, který neodpovídá technice pohybu účelné pro závodní provedení, nejsou posilovány potřebné hybné stereotypy. I jemné odchylky od konečné požadované podoby při provádění napodobivých a modifikovaných cvičení neposilují budovaný stereotyp, ale při mezních situacích při závodě mohou působit kontraproduktivně svojí blízkostí a podobností, do které může (např. při únavě) technika prováděného pohybu sklouznout. Průpravná a modifikovaná cvičení se naopak hodí jako

sběrný trychtýř do raných stádií vytváření představ o pohybu v úvodních fázích motorického učení.

2. V průběhu lidské fylogeneze i ontogeneze jsou vytvořeny základní pohybové programy, které zcela korespondují s lidskou druhovou anatomickou strukturou. Tyto programy tvoří jakousi pohybovou matici (Véle 1997). Tato pohybová matrice je pro každého člověka shodná a vyznačuje se řadou bazálních zákonitostí, vztahů a řídí se stejnými pravidly. Na ně navazují hybné stereotypy, v nichž se odehrává veškerá individuální pohybová rozmanitost lidské populace. Zde spatřujeme pohybovou individualitu konkrétního jedince. Pohybové programy a vzory dynamicky podléhají geneticky naprogramovanému vývoji – uchopit hračku se učit nemusíme, hybné stereotypy pak podléhají procesu (motorickému) učení – udělení falše při podání v míčových hrách se učit musíme“ (Kračmar 2002).

„Při podobnosti cílového charakteru (nejen) sportovního pohybu s charakterem vrozeného pohybového programu, resp. vzoru, budou vyžadovány menší nároky v procesu motorického učení. Naopak hybné stereotypy, které se budou více odchylvat od pohybových programů, budou klást větší nároky jak na vybudování, tak především na dlouhodobé udržení“ (Houška, 2007).

Při tvoření složitějších hybných stereotypů hlavně v závěrečných fázích motorického učení, tedy zejména v průběhu precizace a fixace, dochází ke snižování nároků na psychiku a pozornost jedince a dále se také činnost CNS a tím také pohybová činnost stává více ekonomickou.

„Vytváření co nejlepších a nejefektivnějších hybných stereotypů od samého počátku učení je úkolem trenéra, cvičitele, odborných příruček, videoprogramů, celého systému tělesné výchovy a sportu. Neoptimálnější hybný stereotyp je ten, který konkrétní úkoly pohybové činnosti řeší neekonomičtějším způsobem. CNS řídí správný pohyb tak, že svalové skupiny podílející se na něm jsou v rovnováze a pohybové segmenty jsou zatěžovány v definovaných fyziologických směrech tak, že nedochází k nárůstu měrného zatížení kloubních ploch a ke změnám směru zatěžování skladby a struktury kostí“ (Kračmar, 2002).

Ekonomicky optimální stereotyp se vyznačuje tím, že v jeho průběhu mají jeho jednotlivé kroky a reflexy pevně dané místo a pořadí. Toto pořadí je stálé a neměnné a jeho složky mají nejvhodnější intenzitu. Dokonale zvládnutý pohybový stereotyp zvládne zadaný pohybový úkon tak, že intenzita vyvinuté svalové práce je minimální.

„Vlastnostem nervové soustavy odpovídá nepřímá korelace mezi stupněm fixace a schopností přeučit se chybný stereotyp. Přebudování starých reflexních mechanismů,

pohybových vzorů jako chůze, držení těla, úchop bez elevace ramene, je podle Jandy nemožné“ (Kračmar 2002).

Nejdůležitější částí pohybového stereotypu vzhledem k jeho správnému průběhu je jeho první fáze. Vojta a Kolář shodně uvádějí, že to, jak jsou nastaveny svalové skupiny, je rozhodující pro správné provádění lokomočních pohybů. Dále je pro kvalitně provedený pohyb nezbytná časová koordinace aktivity synergických a antagonistických svalů či svalových skupin. Tyto domněnky potvrzuje Janda (Janda, Poláková, Věle 1966).

Při tvorbě a fixaci pohybových stereotypů při jakékoli sportovní činnosti neustále musíme kontrolovat a korigovat, zda je technika pohybu prováděna správně. Pokud je technika prováděna chybně nebo stereotyp není ještě dostatečně naučen nebo pokud se ztíží podmínky provádění, může dojít ke změně jejich struktury a dále to může vést až k patologickým stavům.

Jak říká Kračmar ve své Kineziologii sportovního pohybu (Kračmar 2002), pokud dojde ke vzniku náhradních pohybových vzorů místo vzorů optimálních ať už v patologii nebo při opakovaně chybně prováděném pohybu, musí být tento náhradní vzor nejdříve zrušen přesným nastavením do výchozí polohy reflexního plazení, resp. otáčení, aby tak byly upřednostněny svalové souhry, které byly blokovány při dosavadní dyskoordinaci. Pro nás z toho vyplývá, že musí být zaujmuta odpovídající postura, resp. orientovaná postura, nejlépe expertně posouzená instruktorem.

Obr. č. 7: Základní postavení na snowboardu



7.4 Řetězení činnosti svalů

„Svaly se mohou pouze zkrátit přiblížením svých úponů a nabýt opět původní délky. Umožňují udržet jak polohu segmentů, tak i provádět pohyb. Většina běžných pohybů neprobíhá v základních rovinách nebo v testovaných směrech, ale nejčastěji diagonálně a ve více segmentech současně, protože při pohybu působí vždy několik svalů současně a tvoří tím svalové skupiny se společnou funkcí. Vazivovými nebo kostními strukturami jsou jednotlivé svaly propojeny do širších funkčních celků, jako je např. osový orgán nebo končetiny. Svaly propojující pohyblivý kostní segment se dvěma pevnými strukturami tvoří svalovou smyčku, která přitahuje pohyblivý segment k jednomu či druhému opěrnému bodu nebo fixuje pevně jeho pozici vůči opěrným bodům. Takto fixovaný kostní segment se stává oporou pro jiný pohybující se segment.

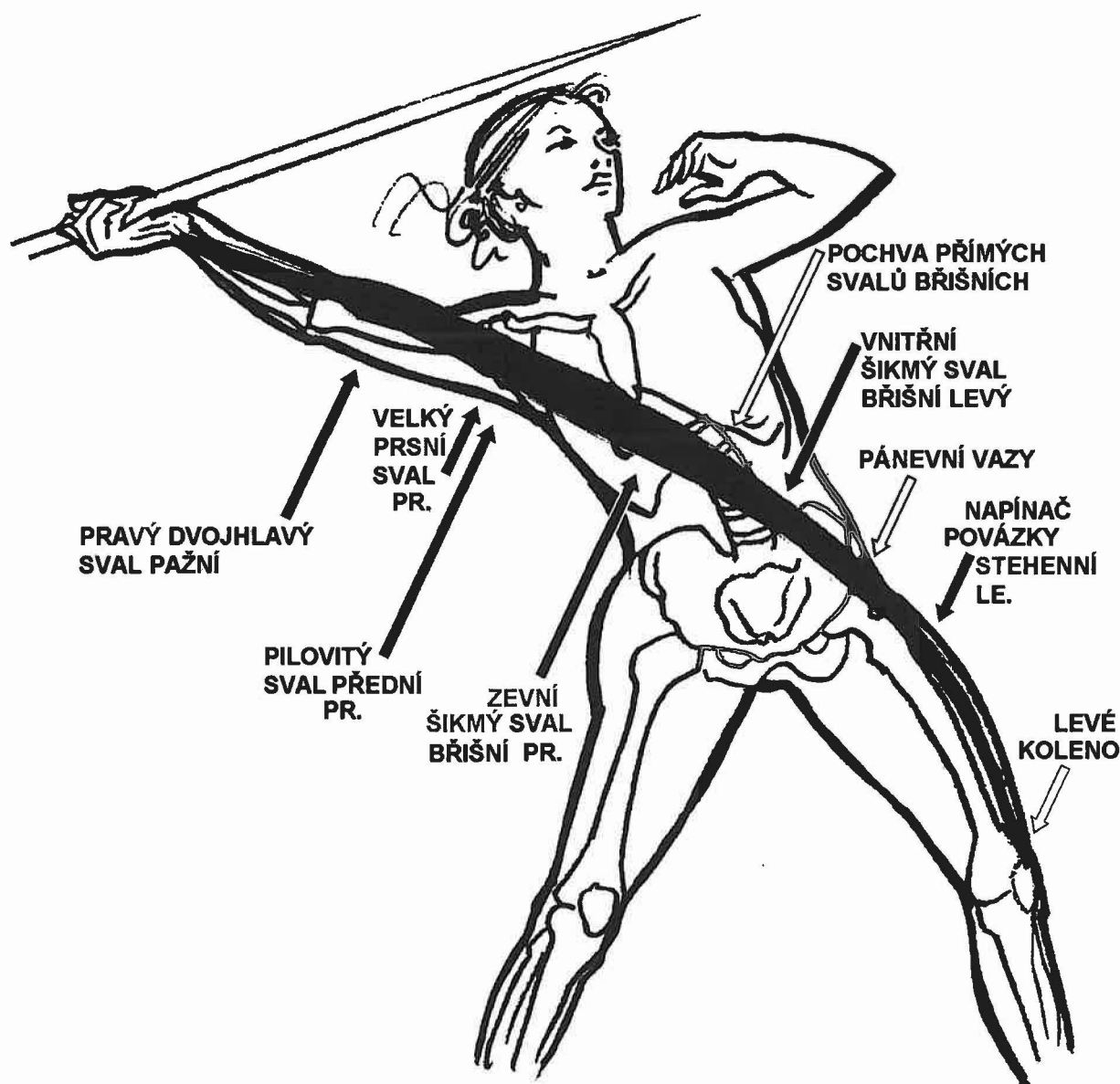
Spojení svalů do jednoduchých smyček nebo složitějších řetězců integruje jejich funkci. Proto je nutno při analýze pohybu vycházet nejen z jednotlivých svalů působících přímo na segment podle svalového testu, ale i ze svalových řetězců působících zároveň na více segmentů určujících konečný průběh pohybu, do kterého je sledovaný sval začleněn. Není proto vhodné hodnotit pouze funkci jednoho svalu danou anatomickým popisem jeho úponů, vyčleněného z funkční svalové skupiny, která pracuje při analyzovaném pohybu jako partnerský celek. Nelze se zaměřovat v terapii nebo i v tréninku pouze na posilování jednotlivých svalů jako samostatných elementů hodnocených svalovým testem, ale je třeba přihlížet i k funkci svalových řetězců, které dávají pohybu jeho konečný účelový průběh. Nelze posilovat pouze jednotlivé svaly, ale je lépe posilovat pohyby, na kterých se podílí vždy několik svalů a do jisté míry i celý posturální systém, zajišťující nutnou stabilizaci těla pro pohyb. Posilování v jedné rovině není tak účinné jako střídavé posilování ve více rovinách, které zvyšuje všestrannost použití svalů a tím i obratnost“ (Véle, 2006).

7.5 Svalové smyčky a řetězce

„Svalovou smyčku tvoří skupina dvou svalů upínajících se na dvě vzdálená místa (puncta fixa). Mezi oba svaly je včleněn pohyblivý kostní segment (punctum mobile), jehož poloha je vyvažována tahem obou svalů. Je to volnější druh spojení kostních segmentů než běžný kloub. Svaly ve smyčce působí na vmezeřený pohyblivý segment jako otěže, mezi

kterými je pohyblivý segment „dynamicky“ zavěšen tak, že ho lze jak zafixovat, tak jím cíleně pohybovat ve směru tahu obou svalů.

Obr. č. 8: Přední zkřížený dlouhý svalový řetězec trupu dle Véleho (Véle, 2006)



Svalový řetězec vzniká vzájemnou fyzikální i funkční vazbou několika svalů nebo smyček propojených mezi sebou faciálními, šlachovými nebo i kostními strukturami do řetězce tvořícího samostatný složitý útvar, jehož funkce je programově řízena z CNS. Těchto řetězců může pracovat současně několik a tím se značně rozšiřuje flexibilita a adaptabilita pohybové soustavy jako celku. Zřetěžené svaly nemusí pracovat synchronně ve všech svých článcích a CNS umožňuje sekvenční zapojování jednotlivých článků podle předem stanoveného časového rozvrhu (timing), kterým se pohyb svalů koordinuje a tím se dosahuje přesnosti pohybu při úspoře energie „(Véle, 2006).

7.6 Řízení činnosti svalových řetězců

„Funkci svalových řetězců lze analyzovat klinicky i elektromyograficky. Činnost fyzicky i funkčně zřetězených svalů je nedílnou součástí pohybového chování v běžné denní činnosti.

Soustředění se na jeden sval v řetězci při jeho testování nebo posilování vyčleňuje sval z celkové souvislosti a pohyb odvozený pouze z jeho úponů je zkreslený, protože nezohledňuje vliv okolních svalů na jeho funkci. Nicméně i takto získaná data testováním funkce jednoho svalu mají značný orientační význam“ (Véle 2006).

„Po funkční stránce mohou svaly v řetězci spolupracovat jako synergisté synchronně při udržování polohy vřazeného segmentu a nebo mohou pracovat jako funkční antagonisté při změně polohy segmentu. Jiná možnost je postupná sekvenční aktivace řetězců, která probíhá podle stanoveného časového rozvrhu., řízeného programově a korigovaného proprioceptivní zpětnou vazbou. Aktivace segmentů probíhá jako vlna aktivity postupně od jednoho segmentu ke druhému“ (Véle, 1997).

7.7 Konkrétní příklad řetězce

Jako příklad svalového řetězce, který se týká našeho studovaného pohybu během oblouků na snowboardu, můžeme uvést dva velké systémy na trupu, které mají zkřížený průběh vláken svalů a fascií. „Vzadu je to široký pruh začínající na ramenním pletenci od m. latissimus dorsi na jedné straně a přecházející do lumbodorsální fascie téže strany. Tato fascie přechází přes processus spinosi na druhou stranu a pokračuje přes fascii m. gluteus maximus až do fascia lata druhé strany. Na přední straně je podobný útvar vycházející od m. pectoralis major přes hrudník a mm. obliqui externi abdominis do střední čáry a odtud jako mm. obliqui interni abdominis na ligamentum inguinale a odtud do fascia lata druhé strany. Rozdíl je v tom, že vzadu se oba pruhy kříží přes relativně fixní processus spinosis a vpředu je křížení podstatně volnější kolem pochev m. rectus abdominis, který je vůči mm. obliqui abdominis pohyblivější než processus spinosi na páteři. Oba tyto tahy spojují hrudník s dolními končetinami do jednoho funkčního celku, který je vpředu více flexibilní než vzadu“ (Véle, 1997, Houška, 2006).

7.8 Elektromyografie

„Kontrakce svalových vláken při podráždění motorické jednotky je aktivní a katabolickou fází pracovního cyklu motorické jednotky. V této fázi postupují vzruchy neuritem až k jeho štěpení a přes něj k motorickým ploténkám jednotlivých svalových vláken a dále endoplazmatickým retikulem až do nitra svalových vláken. Vzruch probíhající nervovým vláknem provádí depolarizaci buněčné membrány svalového vlákna a projevuje se zevně akčním potenciálem motorické jednotky. Průběh akčních potenciálů lze snímat elektromyograficky a tím evidovat objektivně aktivitu motorických jednotek ve svalu (Véle, 2006). Akční potenciál je snímán buď na povrchu či uvnitř svalu kovovými elektrodami různého druhu: povrchovými, které jsou přiloženy na kůži, nebo jehlovými, které jsou zapíchnuty do svalu“ (Karas, Otáhal, Sušanka, 1990).

Uplatnění povrchové elektromyografie uvádí Strnadová ve své diplomové práci (Strnadová 2004). Povrchová EMG se uplatňuje v neurologii, neurofyzilogii, ortopedii, fyzioterapii a ve skupině vědních oborů o tělesné výchově a sportu – kineziologii, biomechanice, sportovním lékařství a dalších. Povrchová EMG v oblasti kineziologie vyšetřuje aktivaci svalů, koaktivaci svalových skupin v průběhu komplexního i selektovaného pohybu, vlivy zátěže na svalovou funkci, může sledovat proces terapeutického procesu, jakož i efekt tréninkového zatížení.

„Metodika vyšetřování svalových aktivit pomocí povrchové EMG má své místo v hodnocení okamžiku a rychlosti nástupu i relativního poměru svalové aktivity při vyšetřování komplexních pohybových vzorů (Vacek, 2001). Je uznávána vhodnost tohoto prostředku vyšetřování pro kineziologickou analýzu lidského pohybu včetně vyšetření chůze a postury“ (Rodová, Mayer, Janura 2001).

8. Metodologie

8.1 Charakteristika výzkumu

Jedná se o případovou studii provedenou formou srovnávací analýzy. Srovnáváme správné a špatné provedení stejného oblouku, a to oblouku základního smýkaného pomocí EMG analýzy a synchronizovaného videozáznamu. Správné a špatné provedení jsou kategorie kvality pohybu určené expertně třemi profesionály v oblasti výuky lyžování a snowboardingu. Obsah těchto kategorií vychází z kapitoly č. 6, která pojednávala o technice jízdy. Kategorie správná technika a špatná technika se nacházejí v bipolárním vztahu na protilehlých hranicích variační šíře provedení pohybu a jádrem jejich obsahu je vztah aktuální techniky provedení oblouku k možnosti dalšího rozvoje snowboardisty. Kategorie správného provedení odpovídá termínu rotace trupu, kategorie špatného provedení termínu protirotace. Případová studie se liší od statistického výzkumu hlavně v tom, že zkoumaná data jsou pořizována na velmi malé skupině probandů nebo na jednotlivci. Předpokládáme, že podrobným prozkoumáním jednoho vhodně zvoleného probanda lépe porozumíme i ostatním případům, které se týkají stejných pohybů.

8.2 Charakteristika sledovaného probanda

Pro případovou studii jsme zvolili čtyřiaadvacetiletého snowboardistu I. Š., jehož výška a váha byly v době měření 174 cm a 69 kg. Na snowboardu jezdí 8 let, výuce v lyžařských školách se věnuje 7 let a čtvrtým rokem se pravidelně účastní Českého poháru freestylelových závodů s dílčími úspěchy a pravidelným umístěním do 20. místa.

8.3 Metodologická poznámka

Metoda elektromyografie, kterou v této práci hodnotíme a konkretizujeme svalové funkce, je mnohými považována za dosti kontroverzní. Podobnou problematikou se zabývala ve své diplomové práci Sedliská a ta říká: „Primárně je nutné se smířit s faktem, že neměříme svalovou sílu. Neměříme práci svalu. Ale měříme elektrický potenciál, který jako fenomén existuje při svalové aktivaci a který tuto aktivaci nejvěrněji ilustruje na topicky přesně

vymezeném místě svalu živého organismu. Z elektrického potenciálu usuzujeme na aktivitu motorické jednotky a z té na práci svalu.

Dále je nutné si uvědomit zejména:

1. Kvantitativně můžeme srovnávat pouze výsledky měření na jedné osobě bez přelepování elektrod a bez velké časové pauzy mezi měřením (rizikové faktory: pocení, odlepení elektrody). Nevýhodou je minimální možnost zobecnění výsledků.
2. Při analýze pohybové aktivity je vhodné vybrat probanda s vysokou mírou koordinace pohybu a s pevně fixovaným hybným stereotypem.
3. Zapojení velkého počtu motorických jednotek vyplývajících ze vzájemné interference způsobuje deformaci křivky, přibližně od zapojení 50% motorických jednotek nestoupá křivka dále lineárně, není možné poměrné posouzení svalové práce. Můžeme však konstatovat, jestli se svalová práce u jednoho svalu zvětšila nebo zmenšila mezi dvěma různými činnostmi.
4. Bezvýznamná je snaha o poměrné posouzení svalové práce mezi dvěma různými svaly. Do hry vstupuje různá vodivost kůže na různých místech těla, odlišná síla podkožního tuku, různá velikost motorických jednotek (např. okohybné svaly vs. m. gluteus maximus).
5. Lokalizace elektrod je možná pouze do jednoho určitého místa svalu. Popisujeme-li aktivaci svalu, popisujeme vlastně aktivaci pouze místa svalu, kde jsou lokalizovány elektrody. Předpokládáme-li zřetězení svalových funkcí, pak při změně úhlu v kloubu se může posunout řetězec největšího zatížení v samotném svalu a znehodnotit tak výsledky měření. Východiskem je expertní vyhledání místa největší svalové kontrakce pro lokalizaci elektrod. Je samozřejmě nutné simulovat pohyb co nejvěrněji – tvar pohybu i charakteristika práce svalů ve smyslu kontrakce koncentrická vs. excentrická.“ (Sedliská, 2007)

8.4 Popis místa měření

Měření bylo provedeno v Pecí pod Sněžkou na sjezdové trati Klondike 6.3. 2007 mezi 10:00 a 11:30. Teplota vzduchu 2°C. Sníh vlhký, sjezdovka ideálně upravená. Délka sjezdové tratě 400 m, převýšení 60 m.

8.5 Popis techniky měření a použitých přístrojů

Používali jsme přenosný měřicí přístroj KAZE5, který byl vyvinut na FTVS UK, se sedmi kanály na snímání EMG potenciálů a jedním kanálem pracovním pro synchronizaci videozáznamu. EMG přístroj je znázorněn na obrázku č. 9. Přístroj s bateriemi spolu s ledvinkou upevněnou okolo pasu probanda váží 1.4 kg. Regulace citlivosti 0,05 – 2 mV, doba měření v 6 nastavitelných stupních od 2,5 s do 327 s (tedy přibližně 5 min). Vzorkování: 200 Hz, tj. 5 ms . Frekvence : 30 -1200 Hz při -3 dB pro každý kanál. Je zaznamenávána absolutní hodnota EMG signálu s integrací. Křivka (obálka jednotlivých vrcholů) je vyhlazena s časovou konstantou od 14 do 125 ms. Stupeň citlivosti je možno nastavovat v řadě od 50 do 2000 V. Napájení: 3 samostatné akumulátory NiMH. Rozměry přístroje s akumulátory: 185 x 140 x 42 mm.



Obr. č. 9: Terénní EMG přístroj připravený k měření

Záznam z vnitřní paměti přístroje byl po ukončení každé série 1 – 7 měření převeden do přenosného PC, upraven specifickým softwarem KAZE5 a převeden do programu Microsoft Excel. Současně byl pořízen synchronizovaný videozáznam. Pro analýzu byl použit nábor EMG při pokusech s nejvyšší mírou pravidelnosti snímaných EMG křivek. EMG záznam byl snímán při opakovaném provádění základních smýkaných oblouků nejprve ve správném a poté špatném provedení.

Vybavení probanda: snowboard HACK snb, typ Freestyle, délky 158 cm s vázáním BURTON typ Custom, snowboardové (tzv. měkké) boty VANS typ Free Cargo velikost 10 US. Pro snazší konkretizaci časoprostorových charakteristik jízdy byl proband natáčen digitální videokamerou SONY 8 s elektronickou synchronizací záznamu s EMG přístrojem.

8.6 Design výzkumu

Výběr sledovaných svalů byl omezen:

- a) stanovením rozhodujících svalových skupin podílejících se na rotaci trupu
- b) nevhodností a také nemožností provedení invazního vyšetření hlubších svalových skupin jehlovými elektrodami (zdravotní rizika, technická omezení)
- c) počtem přenosových kanálů.

Proband byl sledován při šesti jízdách ve správném provedení a při pěti s provedením protirotacním, tedy chybným. Proband na snowboardu nejel nejvyšší možnou rychlostí, důraz byl kladen na bezchybné technické provedení pohybu. Sledovali jsme timing nástupů a odeznění aktivací jednotlivých svalů a to, jak se relativně zapojují do pohybu při srovnání s klidovým stavem, resp. stavem snížené aktivity. Aktivita EMG křivky byla dále vyladěna tak, aby byla dostatečně rozprostřena na ose y, díky čemuž je křivka poté lépe čitelná. Citlivosti jednotlivých výstupů byly postupně doladěny v mezích čitelnosti od minimálních hodnot křivky až k saturační hranici náboru sledované křivky, tzv. přetečení detekovaných dat. Na základě předchozího jsme vybrali vždy jednu jízdu se správným provedením a jednu se špatným, u kterých byly křivky nejideálněji vyladěné. Z těchto byl vždy vyjmut úsek odpovídající jednomu obloukovému cyklu (jeden oblouk po přední a jeden po zadní hraně). Tato část na ose x odpovídá přibližně čtyřem sekundám.

Citlivost jednotlivých elektrod a svaly, na kterých byly připevněny, uvádím v následující tabulce.

Tab. č. 1: Nastavení citlivosti kanálů pro jednotlivé svaly

pořadí kanálů	sval	citlivost
1	m. trapezius descendens	0,05
2	m. pectoralis major	0,2
3	m.abdominis externus sinister	0,05
4	m.abdominis externus dexter	0,05
5	m. latissimus dorsi sinister	0,05
6	m. tensor fasciae latae sinister	0,1

8.7 Sledované proměnné

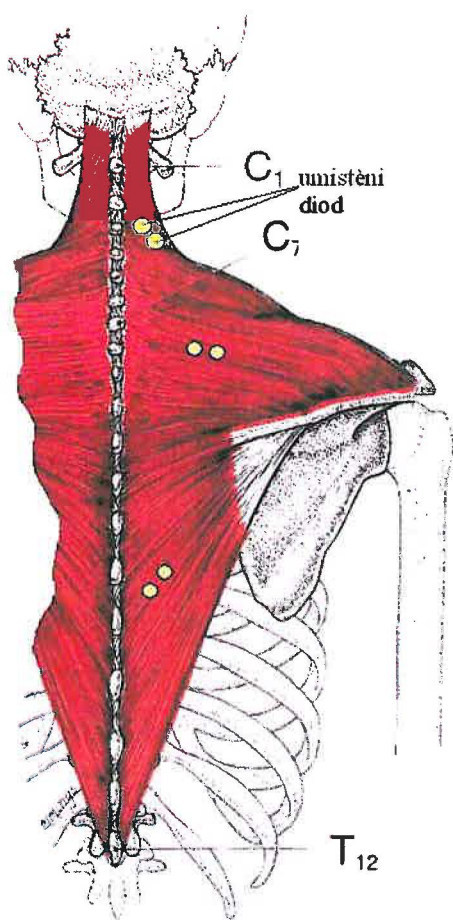
Na základě expertního posouzení a vlastní empirie, podpořené praxí instruktora snowboardingu, jsme se rozhodli měřit výše uvedené svaly. Výše popsaná chyba protirotací se převážně týká té první části, tedy oblouku po přední hraně, nicméně měření bude prováděno u obou provedení (frontsidovém i backsidovém). Tak bude možno objektivně a komplexně posoudit specifické zatížení svalů během jednotlivých oblouků ve správném i špatném provedení, jinými slovy správné a špatné provedení rotací a protirotací by se mělo nejvíce projevit v rozdílném EMG náboru právě těchto svalů. Právě kvůli výše zmíněnému problému (daná chyba se vyskytuje při oblouku po přední hraně a proband jezdí na snowboardu pravou nohou vpředu) jsme po diskusi s p. doc. Kračmarem a absolventkou oboru fyzioterapie mgr. Alenou Dufkovou umístili elektrody na přední stranu zkříženého dlouhého řetězce trupu, jak jej nazývá Véle ve své Kineziologii (Véle, 2006); konkrétně na jeho část vedoucí od m. pectoralis major dexter až k m. tensor fasciae latae sinister. K tomuto rozhodnutí vedla skutečnost, že zmíněná chyba je vlastně nedostatečnou rotací horní poloviny těla dovnitř oblouku. V případě snowboardisty stojícího pravou nohou vpředu jde tedy o rotaci doleva a tento pohyb spadá do funkční oblasti tohoto svalového řetězce. Dále jsme diody umístili také na m. trapezius, m. obliquus externus dexter, m. abdominis dexter a m. latissimus dorsi sinister. Zdůvodnění výběru jednotlivých svalů bude následovat.

1. „M trapezius (pars descendent dexter), plochý sval trojúhelníkovitého tvaru. Začíná

od os occipitale a všech trnových výběžků krčních a hrudních obratlů až po Th 12.

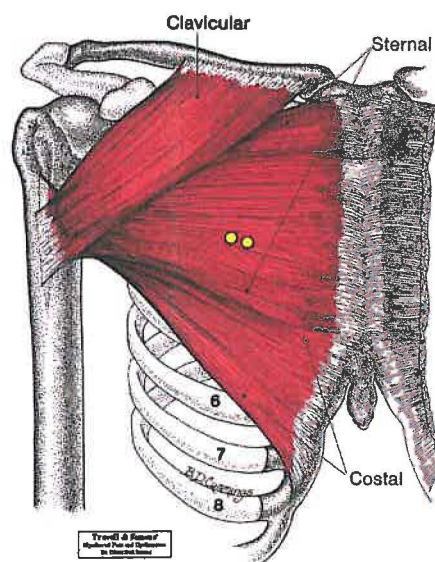
Obr. č.10: Umístění elektrod na m. trapezius desc. (upraveno dle Travell, Simons, 1999)

Podle průběhu snopců má tři části: horní descendentní, střední transversální a dolní ascendentní. Pro naše účely bylo nejvhodnější měřit pars descendens, který začíná kraniálně od os occipitale a od trnových výběžků horní poloviny krčních obratlů a upíná se na klíční kost a akromion.“ (Čihák, 2001) Poněvadž zdvihá pletenec pažní a podílí se na rotaci hlavy a ramen, je proto pro naše měření dostatečně důležitý a vypovídající.

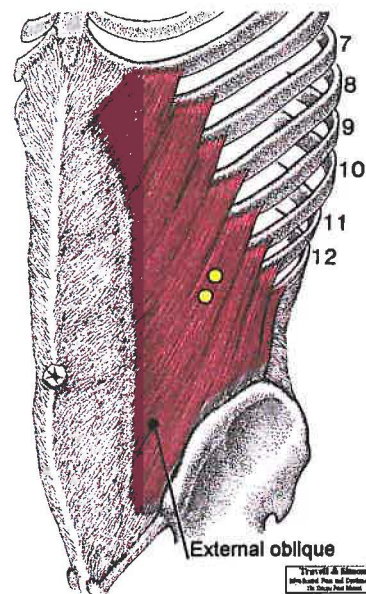


2. „M. pectoralis major, mohutný plochý sval na ventrální straně hrudního koše. Má tři části, klavikulární (horní)-začínající na mediální polovině klavikuly, sternální (střední)-začínající na ventrální straně sternu a chrupavkách žebér, abdominální (dolní)-začínající od horní části pochvy přímých svalů břišních. Všechny tyto části se upínají na crista tuberculi humeri.“ (Čihák, 2001). Sice je to sval široce speřený ale všechny jeho části mají zhruba obdobnou funkci, my jsme elektrody umístili na sternální část prsního svalu. Tento sval je adduktor horní končetiny a jako součást zmiňovaného řetězce se podílí na rotaci trupu.

Obr. č.11: Umístění elektrod na m. pectoralis major (upraveno dle Travell, Simons, 1999)

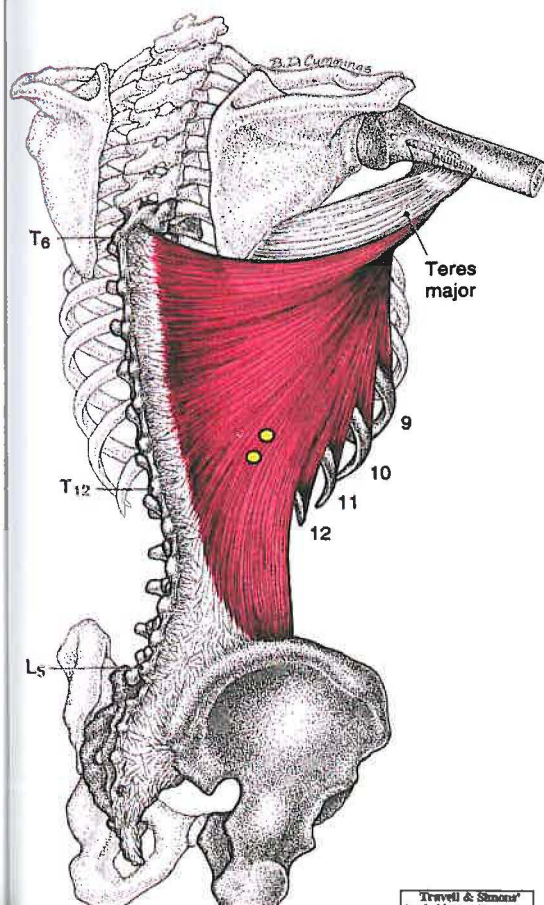


3.-4. „M. obliquus abdominis externus (sin i dex), začíná osmi masitými zuby na laterární straně osmi kaudálních žeber, Jde šikmo dopředu kaudálně jako ruka do kapsy a na přední ploše břišní stěny přechází ve stříbřitou aponeurózu, která s upíná jednak kraniálněji ve středu břišní stěny a jednak kaudálněji přechází do tříselného vazů.“ (Čihák, 2001).



Obr. č.12: Umístění elektrod na m. obliquus abdominis ext (upraveno dle Travell, Simons, 1999)

Funkcí tohoto svalu je předklánění a uklánění páteře a jeho levá část, patří do zmiňovaného řetězce, který se podílí na rotaci trupu, proto pro nás bude dostatečně vypovídající. Důležitou funkcí svalu je rotace trupu na kontralaterální stranu. V oblasti šikmých břišních svalů jsme se rozhodli sledovat nejenom levou část, ale i pravou, protože ta bude vypovídat o míře zapojení stejného řetězce ale vedoucí opačným směrem- zleva doprava tedy řetězce, který se podílí na rotaci trupu doprava. Protirotace nemusí být způsobena jenom nedostatečnou aktivitou svalů způsobujících rotaci, ale také větší aktivitou svalů působících opačným směrem, proto je určité důležité sledovat aktivitu svalstva které má opačnou funkci a průběh (od levého ramene k pravému stehnu).



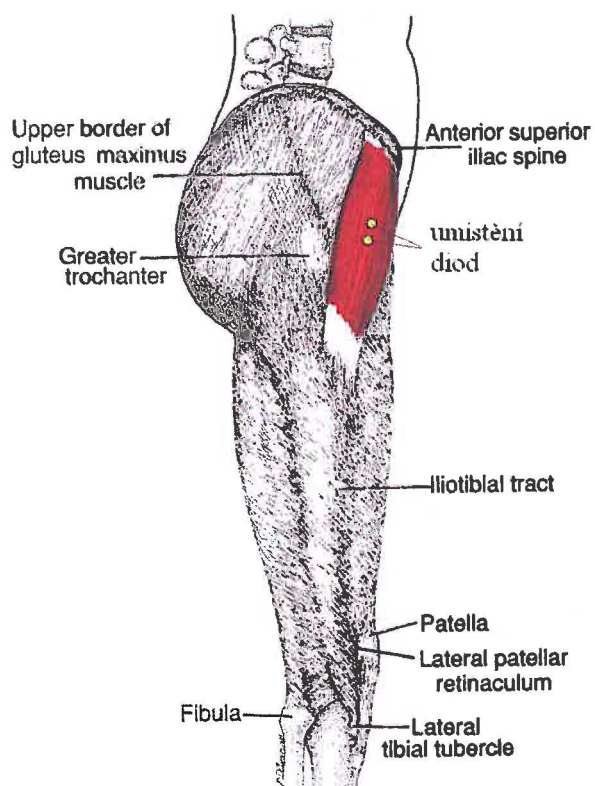
Obr. č.13: Umístění elektrod na m. latissimus dorsi (upraveno dle Travell, Simons, 1999)

5. „M. latissimus dorsi sinister se prostírá v dolní polovině zad, kde začíná od hřebene kosti kyčelní, od ploché široké šlachy nazývané lumbodorzální fascie, která je napjata mezi crista iliaca, os sacrum a 12. žebrem. Mediálně se upíná na lumbální obratle. Sval jde šikmo laterálně do podpažní jámy, kde vytváří zadní axilární řasu a upíná se na crista tuberkuli minoris pažní kosti.“ (Čihák, 2001). Mimo jiné se

podílí na addukci horní končetiny a dorzální flexi paže a je částí zadní strany dlouhého zkříženého řetězce, který při rotaci trupu je v kokontrakci s přední částí.

6. "M. tensor fasciae latae začíná na spina iliaca anterior superior a přilehlé části crista iliaca. Vytváří krátké břicho a posléze přechází v silný aponeurotický pruh, který pokračuje po laterální straně stehna a upíná se na zevní stranu kondylu tibie." (Čihák, 2001). Tento sval se mimo jiné podílí na vnější rotaci kolene a je nejkaudálnější součástí přední strany dlouhého zkříženého svalového řetězce.

Obr. č. 14: Umístění elektrod na m. tensor fasciae latae (upraveno dle Travell, Simons, 1999)



8.8 Způsoby vyhodnocení dat

Tento výzkum je veden formou kvalitativně-quantitativní analýzy. Během hodnocení výsledků proto dochází k jak kvantitativnímu posouzení charakteristik (add 1) sledovaného pohybu v obou provedeních, tak i ke kvalitativní expertíze (add 2):

1. Kvantitativní postup

Sledovali jsme ukazatel celkové svalové práce při dvojoblouku (viz kap. č. 9) jednou se správným provedením a jednou se chybným.

K hodnocení svalové aktivity jsme vypočítali plochu pod příslušnou EMG křivkou. Podobnou problematikou se zabývala Sedliská ve své diplomové práci: „Tento plošný údaj nám číselně definuje vykonanou práci jednotlivých svalů resp. Jednotlivých úseků svalu. Byl zaznamenáván v jednotkách [mV * s]. K výpočtu plochy pod křivkou EMG jsme použili jednu z metod mechanické kvadratury. Jestliže primitivní funkci nelze vyjádřit elementárními nebo tabelovanými funkcemi nebo je-li hledání primitivní funkce obtížné, pak k přibližnému výpočtu určitých integrálů kromě integrace mocninnými řadami používáme tzv. mechanické kvadratury. Tato metoda záleží v tom, že integrovanou funkci nahradíme přibližně funkcí jednodušší (lomenou čarou, polynomem atd.). Pro naše výpočty jsme zvolili obdélníkovou metodu (dále z mechanických kvadratur můžeme ještě jmenovat lichoběžníkové pravidlo, Simpsonovo pravidlo a Čebyševův vzorec).

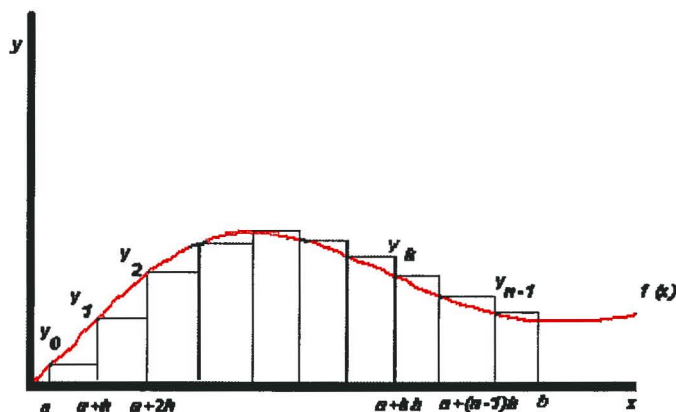
OBDÉLNÍKOVÁ METODA

$$\int_a^b f(x) dx \approx S = h (y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1}) , \text{ kde}$$

$$h = \frac{b - a}{n} \quad \text{a} \quad y_k = f(a + kh). \quad \underline{\hspace{1cm}}$$

Tedy plochu o obsahu $\int_a^b f(x) dx$ nahrazujeme plochou složenou z obdélníků.“ (Sedliská, 2007)

Podrobněji na obr. č. 15:



Obr. č. 15: Obdélníková metoda (převzato ze Sedliská, 2007)

2. Kvalitativní posouzení

Kvalitativní hodnocení jako takové se týká nejenom expertního posouzení a hodnocení technicky správného projetí oblouků, ale především křivek EMG.

U této problematiky hodnotím hlavně rozdílnou strukturu poklesů a nárůstů hodnot EMG signálů. Podobně jako Sedliská při evaluování křivek vycházím z intervalů mezi 10 % hodnoty na ose „y“ a 100 %, což je stanovená výška amplitudy tzv. maximálního relativního peaku. Tímto eliminuji chyby způsobené při načítání EMG potenciálů. Blíže je to zcela zřetelné na obr. č. 16.

Jak říká ve své práci Sedliská: „Na základě takto stanovených významných počátků aktivace jsme schopni posoudit timing nástupu a odeznění aktivace mezi jednotlivými svaly. Z této skutečnosti plyne výhodnost použití povrchového EMG in vivo pouze při intraindividuálním sledování.“ (Sedliská, 2007) Toto je bez diskuzí možno vztáhnout také na srovnávací analýzu, kterou můj výzkum je.



Obr. č. 16: Kvantitativní způsob vyhodnocení dat

Specifikem zkoumané cyklické aktivity je přesné určení začátků a konců jednotlivých částí oblouků. Oblouk po přední hraně (vyjmutý ze souvislé jízdy - což je náš případ) odpovídá době, během které je na podložku (sníh) více přitlačována přední hrana než zadní a naopak. Okamžik přechodu z jedné hrany na druhou je velmi dobře patrný na kinogramu pořízeném z videozáznamu, který je synchronizován s měřením. Proto je možné lehce vyjmout potřebnou část grafu a tu podrobit další analýze.

9. Výsledková část

V této části budou grafy, kinogramy a tabulky vloženy přímo do textu z důvodu přehlednosti a možnosti srovnávat text s komentovanými fotografiemi a grafy. Kinogramy byly pořízeny ze synchronizovaného videozáznamu následujícím způsobem: kamera, kterou jsme používali, je schopna při snímkování zaznamenávat filmovanou skutečnost 25x za sekundu, což znamená, že je schopná pořizovat snímky po 0.04 sec. Použili jsme každý pátý snímek, podrobnější studie je pro rámec naší práce zbytečně podrobná a dále nevypovídající. Jinými slovy, kinogramy uváděné v mé práci tvoří snímky navazující na sebe po 0.2 sec.

V následujícím textu budu dále pro zjednodušení používat termín dvojoblouk. Tímto termínem rozumím jeden obloukový cyklus. Jde o takový úsek jízdy, během kterého snowboardista projede jeden oblouk frontsidový (dále jen FS) a jeden backsidový (dále jen BS). Vzhledem k tomu, že jízda je složena z neustále se cyklicky opakujících napojovaných oblouků, záleží pouze na tom, který okamžik zvolíme jako počátek dvojoblouku. Na základě expertního posouzení jsme zvolili za počáteční fázi zmiňovaného dvojoblouku fázi přechodu z BS oblouku na FS. Dvojoblouk tvoří postupně tyto čtyři fáze: přechod z BS na FS oblouk, vedení FS oblouku, přechod z FS na BS oblouk, vedení BS oblouku.

9.1 Dvojoblounk s rotací - správné provedení

přechod na FS oblounk



21 22 23

vedení FS oblounku



24 25 26 27 28 29 30 31

přechod na BS oblounk



vedení BS oblounku



35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45

Obr. č. 17: Kinogram dvojoblounku s rotačním provedením

V následujícím textu se budu podrobněji věnovat dvojoblounku s rotačním provedením (viz kinogram výše). Kinogram tvoří snímky očíslované od dvacetijedné do čtyřicetipěti. Příkládám tabulku, která dělí dvojoblounk konkrétně na jednotlivé fáze:

snímky	část oblounků	časový interval (sec)
21-23	přechodová fáze	4,2-4,6
24-31	vedení FS oblounku	4,8-6,2
32-34	přechodová fáze	6,4-6,8
35-45	vedení BS oblounku	7,0-9,0

Tabulka č. 2: Časové a fázové rozdělení kinogramu rotací

M. trapezius dx. (pars descendens) je přes menší počáteční propad značně zapojen již ve fázi zahájení. Jeho aktivita je maximální v závěru přechodové fáze na FS oblounk. I dále při vedení FS oblounku je aktivita stále na nejvyšší úrovni. Na začátku přechodu z FS na BS oblounk nastává pokles a v průběhu přechodu je hodnota EMG křivky minimální. Při zahájení BS oblounku je již patrný nárůst a v jeho průběhu je intenzita na podobné úrovni jako při FS oblounku.

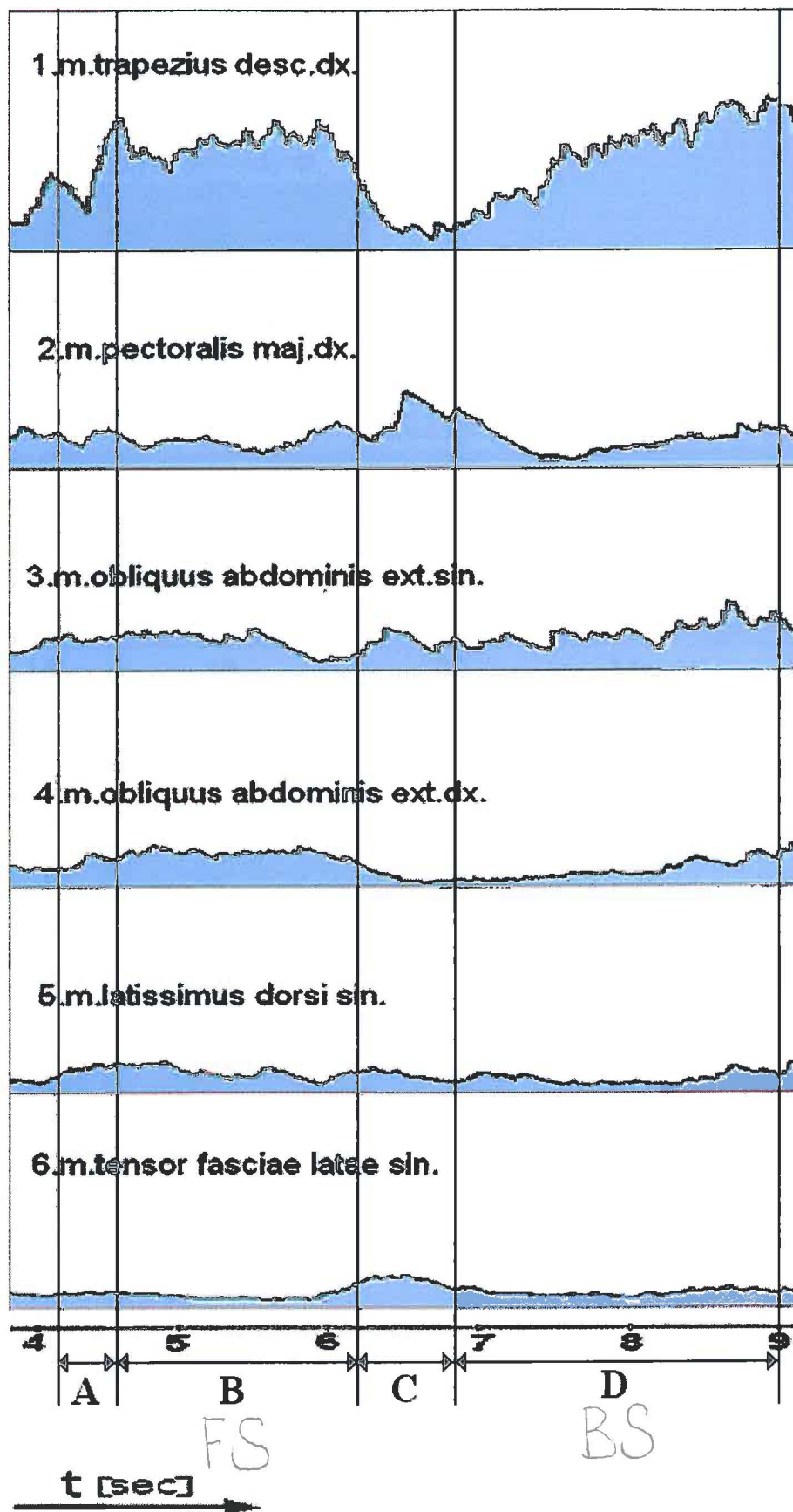
EMG křivka *m. pectoralis major dx.* není tak výrazně rozkolísaná jako křivka předchozího svalu, nicméně i zde jsou patrné nástupy svalové aktivity v závěru přechodu na FS oblouk a v závěru vedení FS oblouku. Nejvýraznější moment v průběhu této křivky je přechod z FS na BS oblouk, kdy je tento sval velmi výrazně zapojen.

Křivka *m. obliquus abdominis externus sin.* je charakterizovaná nárůstem svalové aktivity při přechodu na FS oblouk. Tento nárůst trvá jen do půlky FS oblouku. Poté aktivita svalu klesá na minimum. Při přechodu na BS aktivita narůstá, dále se drží na stejné úrovni a v průběhu druhé půlky BS oblouku jeho aktivita ještě více narůstá.

Aktivita *m. obliquus abdominis externus dx.* během přechodu na FS oblouk narůstá, nabyté hodnoty drží během celého FS oblouku. Poté nastává výrazný pokles během přechodové fáze na BS oblouk a k opětovnému nárůstu dochází až v druhé polovině BS oblouku.

Křivka *m. latissimus dorsi sin.* je charakterizována nárůstem při přechodu na FS oblouk, během něj je aktivita rozkolísaná a nárůst je opět patrný ke konci FS oblouku a při přechodu na BS oblouk. Během něj je hodnota podprůměrná.

Křivka *m. tenzoru fasciae latae sin.* je nevýrazná, jediný čitelný nástup je patrný při přechodu z FS na BS oblouk.



Graf. č. 1: EMG
křivka vybraných
svalů
při dvojoblouku s
rotačním
provedením

Pozn: Tento a
všechny následující
grafy jsou pro
zjednodušení
rozděleny do čtyř
kvadrantů.
Kvadranty A,B,C a
D odpovídají
jednotlivým fázím
dvojoblouku
v tomto pořadí:
přechod na FS
oblouk, vedení FS
oblouku, přechod na
BS oblouk a vedení
BS oblouku.

9.2 Dvojoblounk s protirotací -chybné provedení

přechod na FS oblouk



11 12 13

vedení FS oblouku



14 15 16 17 18

přechod na BS oblouk



19 20 21

vedení BS oblouku



22 23 24 25 26 27 28

Obr. č. 18: Kinogram dvojoblounku s protirotacním provedením

Podobně jako v případě dvojoblounku s rotací, tak také u tohoto s protirotacním provedením bude následovat rozbor křivek jednotlivých svalů. Na kinogramu (viz výše) je zobrazen dvojoblounk s protirotacemi. Tvoří ho 19 snímků očíslovaných od 11 až do 30. Stejně jako v prvním případě předkládám pro větší přehlednost tabulku fázového a časového rozčlenění zkoumaného dvojoblounku:

snímky	část oblouků	časový interval (sec)
11-13	přechod na FS oblouk	6,2-6,8
14-18	vedení FS oblouku	7-7,8
19-21	přechod na BS oblouk	8-8,6
22-28	vedení BS oblouku	8,8-10

Tabulka č. 3: Časové a fázové rozdělení kinogramu protirotací

Křivka m. trapezius dx. začíná na relativně vysokých hodnotách, ale v půlce první přechodové fáze výrazně klesá a během vedení FS oblouku je na minimu. Tam setrvává v průběhu téměř celé fáze přechodu na BS oblouk. V samém závěru této fáze křivka prudce stoupá a v průběhu celého BS oblouku se s mírnou rozkolísaností drží vysoko.

M. pectoralis major dx či spíše jeho křivka je téměř po celou dobu tohoto dvojoblouku nevýrazná, jen během vedení FS oblouku se křivka velmi výrazně zvedá.

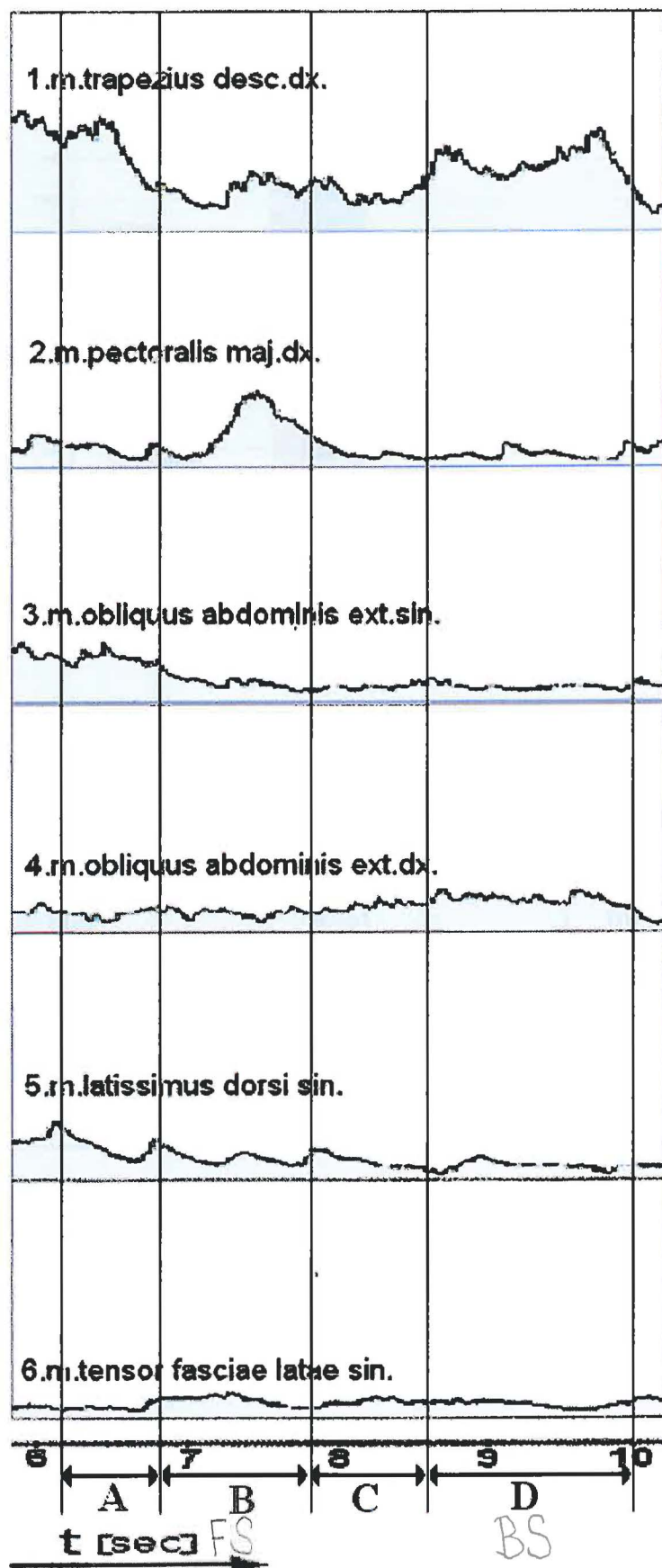
M. obliquus abdominis externus sin je velmi aktivní při přechodu na FS oblouk, pak jeho aktivita ustává a sval se dále na tvorbě pohybu nepodílí.

EMG křivka m. obliquus abdominis externus dx ukazuje aktivní zapojení svalu po celou dobu sledování. Během první FS půle dvojoblouku je aktivita svalu na nižších hodnotách. V průběhu přechodu na BS oblouk dochází k mírnému nárůstu a během jeho vedení si je sval zapojen nadprůměrně.

Z křivky m. latissimu dorsi je zřejmé, že sval je mnohem aktivnější během první půle dvojoblouku (tedy během přechodu a oblouku po přední hraně) s lokálními maximy v době začátku přechodu a při započetí FS oblouku. Ještě jeden významnější vrchol má křivka při zakončení tohoto oblouku. V další části BS oblouku jsou hodnoty křivky minimální.

Křivka m. tenzoru fasciae latae je téměř plochá, nástup na konci přechodu a během vedení FS oblouku je nevýrazný. Dále je tento sval zapojen minimálně.

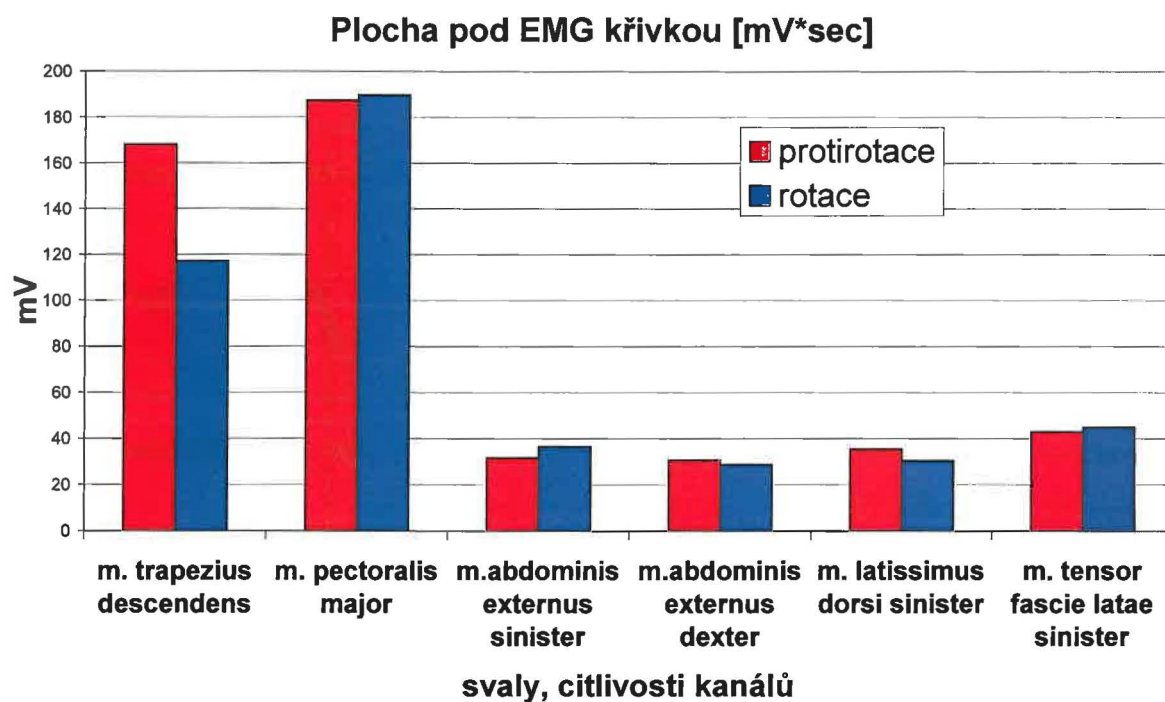
Dvojoblouk-protirotace



Graf. č. 2: EMG křivka
vybraných svalů
při dvojoblouku s protirotacním
provedením

9.3 Plochy pod křivkami

Graf. č. 3: Srovnání středních hodnot ploch pod EMG křivkami při špatném a správném provedení



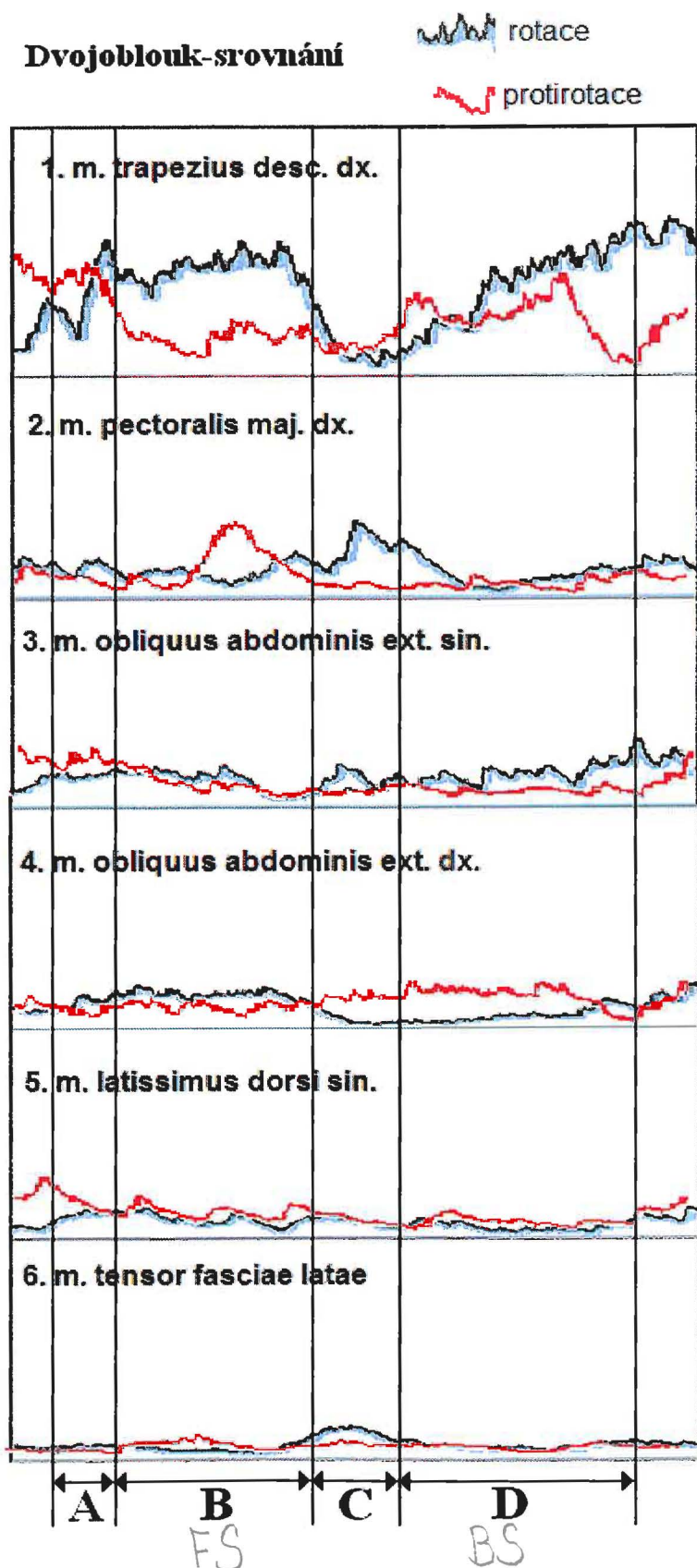
			Plocha pod EMG křivkou [mV*sec]	
pořadí kanálů	sval	citlivost [mV]	protirotace	rotace
1	m. trapezius descendens	0,05	168,25	117,12
2	m. pectoralis major	0,2	187,45	189,57
3	m.abdominis externus sinister	0,05	31,56	36,41
4	m.abdominis externus dexter	0,05	30,68	28,77
5	m. latissimus dorsi sinister	0,05	35,41	30,42
6	m. tensor fascie latae sinister	0,1	42,98	45,06

Tab. č. 4: Plochy pod křivkami svalů při (špatné i správné provedení)

10. Diskuse

Předmětem diskuse je srovnání základních smýkaných oblouků na snowboardu. Tyto byly sledovány jednak správně provedené s rotací, jednak chybně zaseté s protirotací.

Dvojoblouk-srovnání



Graf č. 4: Srovnání dvojoblouků s rotačním a protirotčním provedením – záznam EMG aktivity sledovaných svalů

Pozn: Nadále v textu budu pro zjednodušení používat termíny „protirotální“ a „rotační“ křivka. Není to zcela přesné pojmenování popisovaných křivek. Tzv. „protirotální“ křivkou je míněna křivka zobrazující EMG aktivitu svalů při obloucích s protirotací, stejně tak je analogicky vytvořen termín „rotační“ křivka.

Srovnání m. trapezius (p. descendens)

Obr. č. 19: Správné postavení v průběhu FS oblouku



25

Horní část m. trapezius dx. je aktivní při FS oblouku s rotací, při oblouku na opačnou stranu jeho aktivita klesá. Zde předpokládáme aktivaci kontralaterálního svalu, tedy m. trapezius sin. Na obrázku č. 19 vidíme správné vedení FS oblouku, vyznačující se rotací trupu doleva, tedy do směru vedeného oblouku. Horní část m. trapezius dx. otáčí hlavu proti směru rotace trupu tak, aby byla zajištěna optická orientace. Naproti tomu ve fázi zahájení oblouku, kdy trup se nenachází tolik rotovaný po směru budoucího oblouku (obr. č. 20) je aktivita sledovaného svalu nižší, sval nemusí pomáhat zajistit tak výrazné pootočení hlavy proti trupu. Při oblouku s protirotací vidíme opačnou situaci při FS oblouku, kdy protirotace trupu již nevyžaduje tolik změnu polohy hlavy vůči trupu.

Srovnání m. pectoralis dx.

Jinak nevýrazné křivky při protirotaci na konci FS oblouku a v při přechodové fázi na BS vykazují výrazná lokální maxima. Je to okamžik, kdy u rozdílného provedení nacházíme i rozdílný timing tohoto svalu. V této chvíli je trup i snowboard jakoby přitahován k přední (pravé) paži.



Obr. č. 20: Fáze zahájení FS oblouku

U oblouku s protirotací přispěje tato protirotaci, trhnutí rameny a strhnutí směru snowboardu žadaným směrem na konci FS oblouku. Kdežto u druhého sledovaného druhu oblouku tato situace iniciuje rotační působení, kdy trup je do rotace jakoby přitahován (i když chybí pevné punctum fixum, zvláště při obloucích s odlehčením tato akce výrazně k rotaci trupu přispívá).

Srovnání m. obliquus abdominis externus sin.

Z těchto roztřesených a nevyhlazených křivek bez výraznějších vrcholů můžeme usuzovat, že m. abdominis sin, jehož křivka osciluje kolem určitých hodnot, je spíše jen nutný pro udržování postury. Přesto je evidentní i zde výměna dominantní funkce. Viz

hodnoty v tab. č. 4. Vzrůst hodnot pod plochou EMG během pracovní fáze z 31,56 [mV*sec] na 36,41 [mV*sec].

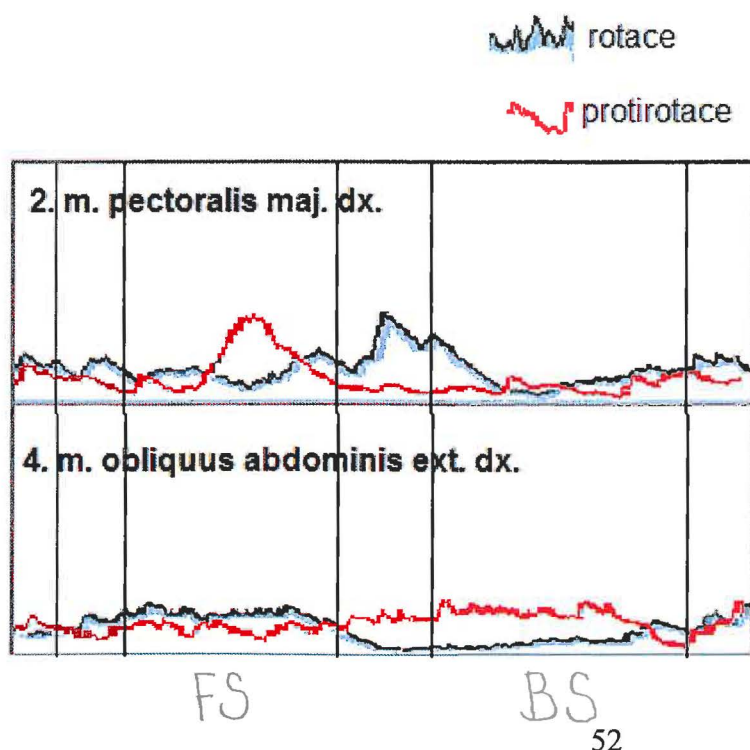
Srovnání m. obliquus abdominis externus dx.

Při porovnání těchto křivek je naprosto patrný fázický posun správného a špatného provedení. Během první poloviny dvojoblouku sval pracuje aktivněji při správném provedení. V té druhé setrvává „rotační“ křivka na minimálních hodnotách, zatímco „protirotační“ na svých maximálních (viz hodnoty v tab. č. 4).

V průběhu správného provedení během projíždění FS oblouku m. obliquus abdominis externus dx. fixuje odpovídající polohu trupu a stahuje osu ramenní doleva. V průběhu BS částí se sval zapojuje méně, zřejmě pouze pro kontrolu polohy trupu v dimenzi rotace-protirotace.

Při špatném provedení vidíme ve FS části nevyhlazenou křivku bez výraznějších nástupů, sval zřejmě v této fázi plní jen posturální funkci. Při přechodu na BS oblouk dochází k již zmiňovanému trhnutí rameny (viz výše: Srovnání m. pectoralis) a nárůstu svalové práce. Jde o týž způsob zapojení svalu jako v průběhu FS oblouku při správném provedení, osa ramenní rotuje doleva a snowboard je stržen do správného směru zatáčení. Křivka nabyté hodnoty drží po celou dobu BS oblouku, ačkoli na kinogramu (viz pozice 22-28 na obr. č. 18) vidíme ramena již ve správné pozici, stejně jako při rotačním provedení. Zřejmě zde doznívá svalová aktivita z přechodu na BS oblouk.

Jako nepopiratelný příklad fázického posunu příkládám ještě jednou pro větší přehlednost křivky svalů: m. pectoralis maj a m. abdominis dx:



Graf č. 5: Zobrazení fázického posunu sledovaných prsních a břišních svalů na pravé straně trupu. Fáze oblouků jsou vysvětleny u předchozího grafu č. 4

Srovnání m. latissimus dorsi sin

Srovnání křivek svalu m. latissimus dorsi sin nepřináší žádné zjevné rozdílnosti. Pro tyto křivky platí totéž co pro křivky m. abd. sin. Z jejich roztřesených křivek, oscilujících kolem stejných hodnot, usuzujeme, že sval má při tomto pohybu vedlejší, posturální funkci. Podobný timing u obou sledovaných druhů oblouků znamená, že m. latissimus dorsi sin. není výrazně zapojen do akce trupu v dimenzi rotace-protirotace.

Srovnání m. tensor fasciae latae

Tento sval je po celou dobu v obou případech (správného i špatného provedení) aktivován. Křivky ale oscilují stále okolo stejné, mírné úrovně svalového zapojení, bez výrazných nástupů či jiných výkyvů. Platí to samé co pro m. latissimus dorsi sin., sval má vzhledem k sledovanému pohybu opět spíše posturální charakter.

Z výše uvedeného vyplývá, že určující je aktivita svalstva pravé poloviny trupu. Levá polovina plní spíše vedlejší posturální funkci.

11. Závěr

Po vyhodnocení činnosti sledovaných svalů při snowboardových obloucích v obou provedeních jsem došel k následujícím závěrům:

Hypotéza byla potvrzena. Při srovnání rotačního a protirotálního provedení je vykonaná práce fázicky posunuta u m. obliquus abdominis ext. dx. Ten je při rotaci i protirotaci trupu pravděpodobně přednostně zapojen proto, že při sledovaných smýkaných obloucích je hmotnost těla přenesena na přední, tedy pravou dolní končetinu.

Úkol č. 1 jsme splnili vyhledáním a prostudováním dostupných publikací popisujících techniku jízdy na snowboardu a publikací věnujících se teorii svalové činnosti.

Úkol č. 2 jsme splnili tak, že jsme vyhledali probanda, který na snowboardu jezdí již 8 let, jízdu na něm vyučuje 7 let a šestým rokem se pravidelně zúčastňuje freestylových závodů. Naším předpokladem bylo, že jízda na snowboardu s příslušným kineziologickým obsahem v jeho provedení bude odpovídat základním principům lidské motorické ontogeneze. Pokud by tomu tak nebylo, vedlo by dlouhodobé provádění této činnosti k přetěžování zapojovaných struktur nebo k jejich patologii. Na tomto probandovi jsme naměřili požadované údaje pro další rozbor.

Při plnění úkolu č. 3 jsme vybrali svalstvo trupu, které participuje na rotaci hlavy a trupu. Dalším hlediskem byla dostupnost svalů pro povrchové snímání svalové aktivity metodou elektromyografie.

Úkol č. 4 jsme splnili výběrem základního smýkaného oblouku. Sledovaná chyba se týká především začátečníků a tento oblouk je první v didaktické řadě výuky snowboardingu. Sledováním svalů při tomto typu oblouků se nejvíce přiblížíme zmiňované začátečnické problematice. Tento oblouk je dostatečně plynulý a pomalý, tudíž získané hodnoty budou čitelné a průkazné.

Úkol č. 5 jsme splnili terénním měřením v Peci pod Sněžkou. Měření bylo provedeno na mírném upraveném svahu, aby se předešlo rušivým vlivům a náborům artefaktů, které by nepříznivě ovlivnili celý výzkum.

Úkol č. 6 jsme splnili uvedením zpracovaných grafů a údajů z nich odečtených a jejich rozbořem. Tyto informace jsme doplnili kinogramy, které jsou časově koordinovány s posuzovanými grafy. Sledovaný úsek jízdy (v grafu i v kinogramu) je navíc rozdělen do jednotlivých fází sledovaného dvojoblouku pro snazší posouzení.

Při plnění úkolu č. 7 jsme uvedli graf, který zahrnuje srovnání křivek obou sledovaných provedení. Analyzovali porovnávané údaje a doplnili je částmi kinogramů dokazující komentovanou skutečnost.

Díky měření EMG v terénu můžeme objektivně a konkrétně určovat podstatu koordinace měřeného a evaluovaného pohybu in vivo. Výsledkem této činnosti je takzvaná

„koordinační mapa“, jinými slovy kineziologický obsah technicky dobře či špatně zvládnuté jízdy na snowboardu.

Na základě porovnání těchto „koordinačních map“ špatného a správného provedení snowboardových oblouků můžeme říci následující:

Protirotace při základních smýkaných obloucích na snowboardu svým kineziologickým obsahem nespadá do kategorie zcela chybných či patologických pohybových projevů. Jde pouze o špatný timing nástupů jednotlivých svalů, které se při tomto pohybu aktivně zapojují.

Rozhodující vliv na obě provedení sledovaného pohybu má svalstvo pravé poloviny trupu (hlavně m. pectoralis major dx. a m. obliquus abdominis ext. dx.), levá plní spíše vedlejší posturální funkci. Zřejmě je tomu tak proto, že proband má většinu váhy na pravé, přední noze (viz kap. 6.3). Leč toto tvrzení je ještě třeba podpořit dalším výzkumem.

Na základě vyslovených závěrů navrhuji následující průpravné cvičení vedoucí k zafixování správného směru rotace ramen a její plynulosti:

Během každé fáze přechodu na FS oblouk se snowboardista (jezdící pravou nohou dopředu) chytne pravou rukou levé koleno a drží ho po celou dobu vedení oblouku. Ve fázi přechodu na BS oblouk plynule vymění ruce, ale tentokrát levou ruku na pravé koleno a opět ho drží po celou dobu vedení BS oblouku. Po celou dobu je třeba fixovat správnou polohu snowboardisty (80% váhy je nad přední nohou-viz kap. 6). Toto cvičení je ale třeba vhodně kombinovat s ostatními, třeba i jinak zaměřenými průpravnými cvičeními. Jinak hrozí zafixování přehnaně nízkého postavení a vystrkování hýždí do oblouku.

Tento pohybový stereotyp je díky podmínkám, ve kterých se odehrává, natolik specifický, že nedoporučuji aplikovat napodobivá cvičení „na suchu“.

12. Seznam použitých zkratek:

abd.	abdominis
BS	backsidový
č.	číslo
dx.	dexter
EMG	elektromyografie
ext.	externus
FS	frontsidový
kap.	kapitola
m.	musculus
maj	major
obr.	obrázek
p.	pars
sin.	sinister
tab.	tabulka

13. Seznam použité literatury

- BINTER, J. *Snowboarding-třetí přepracované vydání*. Grada, 2006.
- ČIHÁK R. *Anatomie 1*, Grada, 2001.
- GIBBINS J. *Snowboarding*, Milenium, 1996.
- GNAD, T. *Kapitoly z lyžování*, Karolinum, 1998.
- HOUŠKA, O. *Možnost ovlivnění pohybového vzoru jízdy na kajaku pomocí reflexního plazení dle Vojty*. Diplomová práce. Praha : UK v Praze, FTVS 2007.
- JANDA, V. POLÁKOVÁ, V., VÉLE, F. *Funkce hybného systému*. Praha : Státní zdravotnické nakladatelství, 1966.
- JANDA, V. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*, Brno : Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1984.
- KABAT, H. Central Mechanisms of Recovery of Neuromuscular Function. *Science*, 1950, č. 112, str. 23-24.
- KARAS, V., OTÁHAL, S., SUŠANKA, P. *Biomechanika tělesných cvičení*, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1990.
- KOLÁŘ, P. Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1998, č. 4, str. 142-147.
- KOLÁŘ, P. Význam vývojové kineziologie pro manuální medicínu. *Rehabilitace a fyzikální Lékařství*, 1996 č.4, str. 152-155.
- KOLÁŘ, P. *Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie*. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, č. 4, str. 152-164.
- KOLÁŘ, P. The Sensomotor Nature of Postural Fiction. Its Fundamental Role in Rehabilitation on the Motor System, *The Journal of Orthopaedic Medicine*, 1999, č.2, s.152-155.
- KRAČMAR, B. *Kineziologická analýza sportovního pohybu*. Praha : Triton, 2002.
- SEDLISKÁ, V. *Analýza aktivity vybraných svalů dolních končetin při zatáčení na carvingových lyžích*. Diplomová práce. Praha : UK v Praze, FTVS 2007.
- TRAVELL, J. G., SIMON, S. D. G. *Myofascial pain and dysfunction : the triggerpoint manual. Vol. 1*. Baltimore : Williams and Wilkins, 1999.
- VACKOVÁ, P. *Fylogenetické souvislosti sportovní lokomoce*. Diplomová práce. Praha : UK, FTVS 2004.
- VÉLE F. *Kineziologie*, Triton, 2006.

- VÉLE F. *Kineziologie posturálního systému*, Praha : Karolinum, 1995.
- VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha : Grada Publishing, 1997.
- VOJTA, V., BAUER, H., SCHWAIZER, E. *Posturale ontogeneze*. Stuttgart : Kohlhammer Verlag, 1984.
- VOJTA, V., PETERS, A. *Vojtův princip*. Praha : Grada Publishing, 1995.
- VOJTA, V. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku*. Praha : Grada, 1993.
- WEISS Ch. *Snowboarding Know-how*, BLV Verlagsgesellschaft 1999.